



















PARERGONES

DEL

INSTITUTO GEOLOGICO DE MEXICO

---

**TOMO II.—NUMERO 1**





INSTITUTO GEOLOGICO DE MEXICO

---

DIRECTOR: JOSE G. AGUILERA

---

EXPLICACION DEL PLANO GEOLOGICO

DE LA

REGION DE SAN PEDRO DEL GALLO,

ESTADO DE DURANGO,

POR EL

DR. PHIL. ERNESTO ANGERMANN

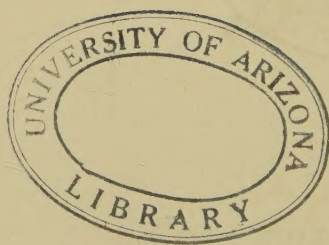


MEXICO

IMPRENTA Y FOTOTIPIA DE LA SECRETARIA DE FOMENTO

Callejón de Betlemitas número 8

1907





4572  
1161  
t. 2

EXPLICACION DEL PLANO GEOLOGICO

DE LA

REGION DE SAN PEDRO DEL GALLO

(ESTADO DE DURANGO)

POR EL DR. ERNESTO ANGERMANN

---

En la primavera de 1903 se dirigió la Compañía Minera de Peñoles, por intervención del Ministerio de Fomento, al Instituto Geológico Nacional con el objeto de conseguir un estudio geológico de las inmediaciones de San Pedro del Gallo, lugar donde la Compañía creía haber encontrado indicios de carbón de piedra. El Instituto se sirvió comisionarme para levantar allí un plano geológico, así como para hacer un estudio sobre la posibilidad ó probabilidad geológica de encontrar aquel combustible mineral.

Al mismo tiempo la Compañía mandó á los tres topógrafos, David Webster, Heinrich Auer y Francisco Villarreal, bajo la dirección del Ingeniero en Jefe señor D. William Thurston, para levantar un plano topográfico de la región. De acuerdo con los fines del Instituto y gracias á la liberalidad y al cumplimiento de la Compañía, los trabajos topográficos no se limitaron á las inmediaciones del pueblo ó á la extensión de una cierta formación, donde se suponía el carbón, sino á la representación de un terreno bastante extendido, como lo

muestra el mapa adjunto. Además de este levantamiento, el Sr. Webster fué encargado del levantamiento topográfico del terreno del Mineral de Peñoles, el cual plano, así como el mapa de San Pedro del Gallo, fueron cedidos, de una manera muy liberal y que merece ser mucho agradecida, al uso ilimitado del Instituto. La misma Compañía me facilitó, en cuanto era posible, los trabajos en el campo, proporcionando mozos, caballos y toda clase de comodidades.

### La topografía

La topografía de nuestra región es muy sencilla. Generalmente hablando, se trata de los dos elementos orográficos, llanos y montañas orientadas en la dirección N.-S. El valle ancho de San Pedro está limitado al W. por las siguientes sierras y cerros orientados desde el N. hacia el S.: Cerro Prieto, Loma Chica, Cerro de la Mula, Cerro Chico, Cerro de Terrán. Vistos desde lejos, por ejemplo desde San Pedro del Gallo, se representan todos estos cerros como una loma baja y monótona, pero en realidad se trata de un complejo orográficamente bastante complicado y variado en sus contornos; la cual diferenciación se explica fácilmente por la composición petrográficamente tan variada de las capas que forman aquellas montañas. El margen oriental del ancho y monótono valle de San Pedro, está formado desde el S. al N. por la Sierrita, el Cerro del Volcán, Cerro de las Tunas y Cerro Alto. Todos estos cerros, bastante altos y variados en su composición mineralógica, forman serranías largas del rumbo invariable N.-S., y limitan al W. el Bajillo de los Burros y su continuación hacia el N. Estas serranías y lomerías son muy sencillas en su forma, pero caracterís-



ticas para toda la región. Son capas de calizas y areniscas, á veces interrumpidas en su curso por rocas eruptivas. Por último, aún unas palabras sobre la montaña al extremo oriente de la hoja. Allí se levanta una montaña, que se compone principalmente de una pizarra arenosa cuarcífera, y está orográficamente caracterizada por las formas de erosión monótonas y sumamente regulares, como todas las montañas pizarrosas. Cubiertas enormes de calizas cubren en parte las pizarras, protegiéndolas así del efecto destructivo de las aguas.

Las siguientes formaciones geológicas participan en la constitución de nuestra región:

Neojurassico.

Cretácico.

Neoterciario.

Pleistoceno.

Cuaternario.

Antes de entrar en la descripción petrográfica de las diversas formaciones, quiero decir unas palabras sobre la denominación elegida de los horizontes petrográficamente distinguibles:

Los conocimientos actuales sobre los diversos horizontes y pisos de las grandes épocas geológicas en México, todavía no admiten una generalización que esté basada en la comparación de las condiciones físicas y biológicas (facies y faunas) de los distintos estratos, y aunque los esfuerzos bien dirigidos del Instituto ya no caminan lejos del fin deseado, seguí todavía en este trabajo al uso propuesto por el Sr. Aguilera, de elegir denominaciones locales para los horizontes, en su mayor parte petrográficamente distinguibles.

**NEOJURASSICO****División de San Pedro del Gallo**

Las rocas predominantes son rocas apizarradas, arcilloso-margosas y areniscas margosas de diversos granos, están cubiertas por pizarras calcáreo-margosas, con intercalaciones de areniscas pardas y gris-amarillas y calizas negras silicificadas. Todas estas rocas son más ó menos bituminosas. Las intercalaciones en la masa pizarrosa ya indican el paso á la división siguiente. Una cosa muy característica para la división de San Pedro es la existencia de concreciones redondas ú óvalo-elipsoidales. Estas concreciones vienen muy á menudo distribuidas entre las capas arcillosas. Se parten, con preferencia, por la planicie del mayor diámetro, y contienen, á veces, en su centro un fósil como núcleo. A veces están rellenas de petrificaciones y representan así la fuente más rica de la colección de fósiles que tenía la oportunidad de hacer.

La potencia de la división es muy grande. A 1,004' no fué alcanzado con el taladro el bajo, aunque el aumento de intercalaciones en forma de bancos de calizas grises-claros parece indicar el término de esta formación. La fauna que contiene es muy rica de cefalópodos, pero encontré también, en abundancia, una *Aucella*. El señor Aguilera, que visitó la localidad, de la cual ya tenía conocimiento (*Synopsis de Geología. Méx., Bol. 4-6*), declara que la fauna corresponde al Neojurassico, y la formación equivale á la formación de Mazapil y Catorce. Un estudio paleontológico de la fauna colectada por mí, que sería de mucho interés, tendrá lugar tan pronto como el programa de los trabajos pendientes del Instituto lo permitan.

### División de transición

Una formación, que ya se anuncia en los horizontes más altos de la División de San Pedro y que viene encima de ella, está caracterizada por la variedad petrográfica de sus rocas componentes. Las rocas apizarradas, arcilloso-margosas, desaparecen poco á poco para ser sustituidas más y más por calizas de color claro-gris y azul, calizas obscuro-grises con corteza amarilla, capas delgadas de calizas margosas, areniscas delgadas de color gris-verde-amarillento, de calizas de color de sangre margosas, calizas color de sangre arenosas, calizas coloradas silicificadas, calizas fétidas de color gris, calizas de color azul rosado y de un grano sumamente fino, hasta acabar por arriba, con areniscas y cuarcitas teñidas por óxido de fierro que ya dan el paso al horizonte superior. La potencia de esta división no pasa de cien metros. Fósiles escasean. Los amonitas de la División anterior están representados todavía en unas especies, en parte en las areniscas gris-verde-amarillentas, en parte en las calizas claro-grises. Pero ya no se hallan en concreciones que han desaparecido por completo. Por lo demás, cambia la fauna esencialmente por las condiciones físicas variadas. En cuarcitas, intercaladas entre calizas é inmediatamente sobrepuestas sobre la División de San Pedro ocurren restos de *Ostrea*, que jamás se hallan en la División anterior. En los horizontes más altos de nuestra División hallé lamelibranquiatos en calizas fétidas medio cristalinas. La División de transición está bastante extendida y no es siempre fácil reconocerla, precisamente por la escasez de fósiles y el carácter petrográfico tan variable. Pero la posición estratigráfica, como siempre,

yaciendo encima de la División de San Pedro, no deja casi nunca duda á su identificación.

### EOCRETACICO

#### División del Cerro del Volcán

Cuarcitas rojas y coloradas, areniscas blancas con manchas color de sangre en lajas delgadas. Esta serie de capas está bien caracterizada por su composición petrográfica. No está enteramente sin fósiles, porque se encuentran como intercalaciones bancos de calizas con gastropodos, en su mayor parte Nerineas; pero hallé también una Trigonía. No se puede decir nada cierto sobre la edad de esta División. Su potencia llega á veces hasta 120<sup>m</sup>. Su extensión en la hoja y en toda la región es muy notable, formando un elemento muy característico en el paisaje por su color y por sus formas de erosión. Como en toda la República, estas areniscas parecen formar la base del Cretácico.

#### División de San Francisco

Una serie de capas bien caracterizadas aparece al E. del rancho de San Francisco. Son pizarras arenosas pardas, areniscas apizarradas, de color pardo-colorado, cuarcitas y areniscas estratificadas del mismo color. Fósiles faltan por completo. Toda esta División, no sólo por su composición petrográfica, sino por sus formas de erosión, recuerda á la División del Cerro del Volcán. Por eso y por el hecho de que está cubierta por calizas con rudistas, la considero también como Eocretácico y más ó menos isócrona á la División del Cerro del Volcán. La potencia será de 150<sup>m</sup>.



### División de Sierrita

Al Sur de San Pedro está una sierra alta y extendida, que se llama la Sierrita. Varios cortes por dicha montaña muestran que su base se forma de cuarcitas y areniscas rojas-coloradas, pero encima vienen calizas de estructura y apariencia variable.

En su mayor parte son calizas fosilíferas, de color gris de paloma rosado, de un grano sumamente fino; luego en los pisos inferiores calizas de color colorado-claro, arenosas, y al fin, calizas fétidas de color gris ó calizas negras-azules. Fósiles son muy escasos. Traje unos ejemplares de amonitas y lamelibranquiados, tal vez determinables, que aclararán entonces más la edad geológica de esta serie de capas. Probablemente yacen encima de la División del Cerro del Volcán, y significan el paso al Mesocretácico.

### División de San Antonio

En las montañas al N. del rancho de San Antonio, ocurre una formación cuya exacta edad no se puede determinar por falta de fósiles determinables. Se componen, petrográficamente, de abajo á arriba, de calizas claras, margosas, en capas delgadas; calizas arenosas, coloradas; calizas gris-oscureas, de superficie áspera con nódulos de pedernal y margas intercaladas; calizas compactas oscuras, poco estratificadas.

No nos encontramos enfrente de una serie de capas de apariencia enteramente extraña. Nos recordamos luego de ciertas capas de la División Sierrita, en su transición al Meso-Cretácico, y aunque difieren un poco de aquel grupo, no vacilo en atribuir nuestra División más ó menos á la edad de los horizontes superiores de la División

Sierrita. Sea lo que fuere, pero indudablemente se trata de capas de transición del Eocretácico al Mesocretácico, y quizá en sus partes más altas ya del Mesocretácico mismo. Las mismas capas, que tienen una potencia de 100 á 150<sup>m</sup>, descansan sobre las pizarras de la División de San Francisco y están cubiertas, en la Sierra de Alamos, por calizas de corales y rudistas.

#### Mesocretácico

Aspecto petrográfico general: Calizas compactas de color gris, azulado y negruzco, dispuestas en estratos muy gruesos y acompañadas de nódulos y riñones de pederal, distribuídos paralelamente á las capas, formando, ó lentes aplanados intercalados entre los estratos ó cintas perfectas. Tres series poderosas de capas en nuestra hoja, corresponden exactamente en su aspecto general á esta descripción petrográfica dada por Aguilera para las capas mesocretácicas mexicanas en su "Sinopsis." Por esta razón no vacilo en atribuir las siguientes Divisiones al Mesocretácico:

División del Cerro de Terrán.

División Cumbres de la Sierrita.

División de Alamos.

Las dos primeras divisiones están absolutamente sin fósiles, mientras que en la de Alamos se encuentran Rudistas y Corales, empotrados en la roca. Con estas series de capas petrográficamente monótonas y uniformes concluye la época cretácica de nuestra región.

### Neoterciario

Son rocas andesíticas y rhyolíticas, que atribuyo, según muchas observaciones hechas en el país, al Neoterciario. Por su agrupación siguen aparentemente al rumbo general N.-S. de las capas sedimentarias y se puede suponer, con mucha probabilidad, que su magma salió, sea por grietas preexistentes, sea por líneas de menor resistencia orientadas de N.-S. Un estudio detallado de las diferenciaciones del magma en los diversos puntos de la región, conduciría seguramente á aclaraciones muy valiosas, y probablemente á la opinión de que rocas ácidas y básicas pueden proceder al mismo tiempo del mismo foco, diferenciándose el magma ácido-básico en el enfriamiento en sus dos componentes químicos.

### Pleistoceno

Atribuyo al Pleistoceno una formación de conglomerados más ó menos solidificados por un aglutamiento calichoso. Estos conglomerados, que alcanzan un espesor hasta de 100<sup>m</sup>, y que estaban antes todavía más poderosos, están compuestos por fragmentos rodados de calizas del cretácico y de andesitas y rhyolitas. Descansa esta formación encima de las andesitas y rhyolitas en los Cerros de la Mula y Loma Alta, y, por lo tanto, es más moderna que aquéllas. Estos depósitos poderosos de material, acarreados por corrientes de agua, prueba la existencia de ríos caudalosos que al final del Terciario corrían por el valle de San Pedro, como por toda la región.

## Cuaternario

Estas aguas, que depositaron la formación de que acabamos de hablar, se retiraron poco á poco probablemente por un cambio de clima y de las condiciones hidrológicas y dejaron cantidades enormes de acarreo y material transportado más fino, en forma de arenas gruesas. La fuerza de las corrientes se disminuyó hasta al fin, se acabaron, y las aguas se reunieron en lagunas y pantanos. Estas aguas tranquilas depositaron las arenas finas y arcillas que se observan hoy en los valles y bajillos como los últimos depósitos. Las perforaciones hechas por la Compañía de Peñoles comprobaron esta interpretación de la sucesión de capas desde los conglomerados de acarreo grueso en la profundidad de 700', hasta las arcillas de la superficie.





# SOBRE LA GEOLOGIA DE LA BUFA DE MAPIMI,

ESTADO DE DURANGO,

POR

ERNESTO ANGERMANN, DR. PHIL.



## SOBRE LA GEOLOGIA DE LA BUFA DE MAPIMI

DURANGO

POR EL DR. ERNESTO ANGERMANN

---

**Literatura:** Min. Méx., tomos 23, 31, 34, 35, 38.

Pohl ig, Niederrheinische Gesellschaft Bonn, 1888.

Vom Rath, Niederrheinische Gesellsch., 1886.

Dr. E. Naumann, Z. d. D. G. G., 1891.

---

La sierra de la Bufa es una de las numerosas serranías que corren del N. para el S., en el Bolsón de Mapimí. Al viajero, todavía no instruído sobre las condiciones particulares geológicas é hidrológicas de esta parte de México, llaman la atención el levantamiento inmediato y la altura considerable de los elementos orográficos en medio de vastas llanuras. Especialmente por los echados fuertes de las capas, la rigidez de las enormes cubiertas calcáreas levantadas y por las barrancas y cañadas hondas y abruptas, está uno inclinado á suponer una región de notables movimientos tectónicos y de grandes hundimientos. En esta opinión se ve robustecido por la ocurrencia frecuente de rocas eruptivas ó intrusivas en forma de diques, de vetas y numerosas mineralizaciones.

Particularmente el aspecto de la Bufa, con su honda interrupción formada por el valle de Ojuela, y con la Bufa Chica en el otro lado, causa la impresión de fracturas, dislocaciones y hundimientos en estos últimos ele-

mentos orográficos. El geólogo, en sus investigaciones de la verdad geológica, se ve en dificultad por la monotonía petrográfica de las calizas y por los fósiles escasos é indeterminables, por estar empotrados en la roca compacta, de suerte que una prueba, de que si hay ó no dislocaciones de horizontes, puede ser encontrada con muchas dificultades y sólo por medio de observaciones accesorias y conclusiones de analogía.

Tres circunstancias favorables me ayudaron, esencialmente, en el intento, bastante laborioso, de reconocer la Geología de la Bufa. Eran éstas:

El estudio anterior de las regiones vecinas; las observaciones del Sr. J. D. Villarello en las minas de Ojuela, y observaciones valiosas del Sr. José G. Aguilera.

Tuve la oportunidad de estudiar la sucesión estratigráfica de las capas cretácicas en un círculo bastante extendido en la región de Mapimí, y pude observar y estudiar la serie, probablemente sin interrupción, de las capas desde el jurásico superior fosilífero de San Pedro del Gallo hasta tal vez al fin del Mesocretácico (cumbre de la Bufa Grande).

En esta ocasión hice unas observaciones de naturaleza general: El terreno visitado por mí es bastante extenso y está limitado, al W. y al S., por el ancho valle del Río de Nazas; al E., por la alta sierra del Rosario; al N., por la línea Mapimí-Descubridora-Zarca. El carácter topográfico es, en todas partes, el mismo. La configuración de la superficie posee tres elementos, todos orientados, aproximadamente N.-S., son llanuras vastas, respectivamente valles anchos y planos, serranías altas, que se levantan de una manera abrupta é inmediata, de rocas sedimentarias y al fin "picachos," es decir, picos ó grupos de



picos aislados de rocas eruptivas. Los dos primeros elementos orográficos son constituyentes primarios del paisaje; los "picachos" son, en cierto sentido, secundarios y accesorios.

Para comprender el plan tectónico de todo el terreno, tenemos que recordar unos datos de la historia general geológica de México, como Aguilera la describe tan concisamente en su "Sinopsis de Geología Mexicana" (Boletín 4-6). Dice así:

"Antes de terminar el cretáceo medio se inició un levantamiento general, cuyo resultado fué la emersión á principio del cretáceo superior, de casi toda la superficie que había sido cubierta por las aguas del cretáceo medio.

"El cretáceo superior fué, pues, una retirada del Atlántico durante la cual el dominio del continente fué gradualmente en creciente. Es, en esta época, cuando ha tenido lugar el plegamiento de las capas de calizas cretáceas que del centro del país á las costas se iban ordenando en pliegues casi paralelos, cuya altura, estrechamientos, estrangulamientos y rupturas dependían de la energía de la presión que los formaba, así como de su elasticidad, compresibilidad y demás propiedades físicas."

Encontré esta observación completamente comprobada en el terreno de que se habla. Como se ve á continuación, se trata de capas plegadas del Neo y Meso-Cretácico, con ejes paralelos y un determinado rumbo.

El rumbo principal de las capas de nuestro terreno es, como ya mencioné, N.-S., con la desviación predominante hacia el W. Esta dirección, paralela al eje primordial del continente norteamericano, es decir, á la Sierra Madre, es demasiado aparente para ser descuidada, y no

quiero dejar de expresar la idea de que las capas arcaicas de la Sierra Madre hubiesen servido de contrafuerte en el plegamiento de las capas cretácicas de la región y hubiesen causado así la dirección predominante en el rumbo de los pliegues por una presión lateral de W.-E.

Este plegamiento de las capas cretácicas del Bolsón de Mapimí, como del demás de México septentrional, tiene, sin duda, cierta importancia práctica, iniciando, en cierto modo, la salida de numerosas masas eruptivas, y con éstas la formación de contactos y su mineralización, la ascensión de soluciones mineralizadas, y, al fin, la formación de numerosos criaderos de metales. Pero la conexión entre el plegamiento original y los demás acontecimientos, no parece ser inmediata, sino que existe solamente en un sentido indirecto y preparativo. De mis observaciones hechas en toda la región visitada, resultó el hecho de que dichas erupciones se hicieron por líneas de menor resistencia, líneas que corresponden exactamente á las tectónicas, sea de ruptura, sea de direcciones de un extremo plegamiento. En este plegamiento, las diversas capas se comportan de un modo diferente, según sus propiedades físicas y su situación relativa en la dada serie de capas. Pizarras ó pizarras arcillosas fueron exactamente plegadas, subplegadas, aplastadas y torcidas en los detalles; las calizas arcillosas y margosas, en bancos más ó menos delgados, se pusieron en pliegues más ó menos intensos; por fin, las calizas más puras, compactas y de estratos gruesos, las cuarcitas, areniscas, etc., también se plegaron bajo la enorme presión, pero solamente en forma de bóvedas abiertas y sencillas y formando muchas fracturas, grietas y fisuras. Como ejemplo sirva un

corte por el Cerro del Volcán al S. de San Pedro del Gallo.

Allí yacen areniscas y cuarcitas sobre pizarras arcillosas neo-jurasicas, calizas apizarradas, y arcillas calcáreas en bancos delgados. Las capas están levantadas y diferentemente plegadas.

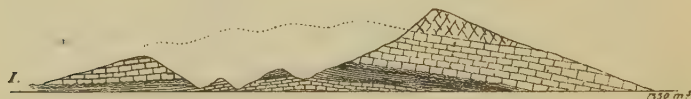
Otra observación, de naturaleza general, en nuestro terreno, enseña que en una serie dada de capas de propiedades físicas casi uniformes, las diversas capas se comportan en un plegamiento de una manera bastante diferente, á consecuencia de su situación relativa en la serie.

El procedimiento parece ser el siguiente: Si una serie poderosa de capas de propiedades físicas, semejantes ó iguales, se pliega por una presión lateral, las capas inferiores se pliegan formando un simple anticlinal por consecuencia del peso de las capas que yacen sobre ellas. Pero por este mismo peso, la presión lateral está fluída en su dirección y fuerza, originándose componentes locales, (subplegamientos de 1,2,3, . . . n grado), torsiones, discordancias y hasta metamorfosis en la estructura de la roca; las capas más altas ceden hacia arriba, se plegan intensamente, se tuercen y se hienden. En la naturaleza se encuentran estos dos procedimientos casi siempre combinados, y las discordancias que resultan, se pueden llamar "Discordancias dinámicas." La Bufo ofrece un objeto espléndido para estudiar todos estos fenómenos, y por eso esta exposición general era precisa para poder entender la tectónica de la Bufo, lo cual tiene cierta importancia práctica para el minero que explota los depósitos de mineral en aquella montaña.

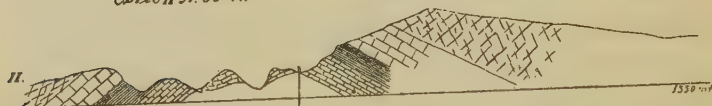
Sin entrar en una descripción de estos criaderos, que no

es el objeto del artículo presente, quiero indicar que estos criaderos representan rellenos de grietas, cañones subterráneos y cavernas (bolsas) en las calizas. Las aguas subterráneas erosivas buscaron en su curso los caminos más fáciles que se les presentaron en las grietas, fisuras en los puntos de estratificación, disturbada por las discordancias dinámicas, y al fin en las rocas destruidas en su estructura (metamorfizadas) por presiones de suma intensidad. Antes de entrar en la descripción de la estratigrafía de la Bufa, quiero hablar de los dos cortes adjuntos.

*Corte I N 60° W.*



*Corte II N 60° W.*



*Escala: Ver. 1:50,000.  
Hor. 1:25,000*

Caliz. con Glauconiss. I<sup>er</sup> hor. con Rudist. Pizarras. II<sup>er</sup> hor. con Rudistas. Calizas con Nerineas.

El corte núm. 1, está trazado por un punto en el Valle de Ojuela, que se llama Monterrey, donde se encuentra una planta de maquinaria de una Compañía de Monterrey.

Este punto muestra descubiertas las capas más bajas y el mismo eje del anticlinal principal.

El corte núm. 2, fué hecho por Ojuela misma. Allí



están descubiertas solamente las capas más altas. Las capas están aquí extremadamente plegadas y muestran todos los fenómenos de discordancia dinámica y sus apariencias acompañantes. La erosión ha destruido en muchos puntos la continuación de las líneas de plegamiento; pero el Sr. Aguilera llamó mi atención á una vista muy instructiva desde el puente colgante de la mina que ofrece la posibilidad de la reconstrucción de estas líneas demostrando obstáculos la ausencia de dislocaciones notables de horizontes.

### Estratigrafía

Las siguientes formaciones geológicas participan en la composición de la Bufo.

Cretácico,  
Terciario,  
Cuaternario.

### Cretácico

Las rocas que pertenecen á esta época, son:

1. Calizas compactas, pero bien estratificadas, de color azul oscuro y de quebradura conchoidal. Contienen cortes de Glauconias, indeterminables, por estar empujadas en la roca.

2. Encima de este horizonte, bastante característico, siguen de una manera concordante calizas compactas, á veces bituminosas con numerosos cortes de rudistas pequeñas. En muchos puntos estas calizas están cristalizadas por una enorme presión, ó destruidas en su estructura, de tal manera, que se desagregan por un golpe como arena polvorosa. Este horizonte contiene tam-

bién intercalaciones de pizarras margosas y de calizas silizosas de bancos delgados y de color verdoso, que muestran una estructura cristalina por la presión y se asemejan así algo á una roca eruptiva.

3. Pizarras pardas, silizosas, de una potencia de 50<sup>m</sup>, laminadas á veces por presión y alteradas en su estructura.

4. Calizas grises, mal estratificadas con numerosos cortes de Rudistas grandes distinguiéndose bastante por su tamaño de las Rudistas del horizonte 2.º Este grupo de rocas, que llamaré 2.º horizonte de Rudistas, tendrá una potencia de 200<sup>m</sup>.

5. Calizas compactas no estratificadas, semejantes al "Wettersteinkalk," forman los altos acantilados de la cumbre de la Bufa grande.

Encontré en ellas cortes empotrados en la roca de una grande Nerinea indeterminable.

Se ve que el estado de la conservación, sumamente malo, de todos los fósiles observados, hace imposible una determinación específica, y sólo una casualidad hará encontrar á un visitador más afortunado ejemplares de fósiles que permitirán una determinación, sobre todo, cuando el conocimiento de la fauna cretácica mexicana estará más adelantado.

#### Terciario

En el fondo del Valle de Ojuela, cerca de la estación del Cambio, ocurren andesitas en forma de diques, que cortan las pizarras cretácicas (3). Hay que referirlas, según muchas observaciones en México, al Neo-Terciario.

## Cuaternario

*Pleistoceno.*—En muchos puntos de la pendiente del Valle de Ojuela y de sus ramificaciones, se encuentran restos de un conglomerado, antes seguramente muy poderoso, que aquí y en muchos otros puntos de toda la región, prueba la existencia de corrientes fuertes y de otro clima en una época pasada en esta parte de México. Estos conglomerados cubren la andesita en la región de San Pedro del Gallo, y, por lo tanto, son más modernas que ella. Existen y fueron observados en varias partes de México septentrional, y se los refiere al Pleistoceno.

## La tectónica de la Bufa

La Bufa representa un anticlinal muy gastado por la erosión, cuyo vértice está subplegado de una manera más ó menos intensa.

Luego la erosión originó aquellas formas pintorescas, que rellenan ahora el Valle de Ojuela y que parecen, á la primera vista, blocks arbitrariamente dislocados.

El eje del anticlinal de la Bufa está inclinado y asciende desde el N. al S. Se puede observar que las pizarras (3) que aparecen en Mapimí, es decir, abajo en el llano, suben en la dirección de Ojuela; se pueden perseguir estas capas características, hasta la altura de la mina. Considerando la distancia, resulta un ángulo de elevación de 5° más ó menos.





NOTAS GEOLOGICAS

SOBRE EL

CRETACEO EN EL ESTADO DE COLIMA

---





---

## NOTAS GEOLOGICAS

SOBRE EL

# CRETACEO EN EL ESTADO DE COLIMA

Por el Dr. E. Angermann

---

José G. Aguilera (Bol. Inst. Geol., núms. 4-6) publicó un corte de Manzanillo á Zapotlán, caracterizando, en pocas palabras, las formaciones diversas en el tramo de Colima á Cuyutlán, de que se hablará en esta nota.

Pero ya en 1880 el Ingeniero Rosalío Banda<sup>1</sup> había hecho colecciones de fósiles en dicho tramo, y los había mandado al geólogo Antonio del Castillo, para determinarlos. Este sabio reconoció los restos paleontológicos como pertenecientes al cretáceo y los refirió, provisionalmente, al Neocomiano, Albiano, Gaultiano y Turoniano.

Añado otro corte al de Aguilera, tratando á la vez una subdivisión de las diversas capas cretáceas. También este ensayo no es nada definitivo, faltando todavía muchos estudios descriptivos de la fauna y flora cretácea de la República y trabajos estratigráficos en una región más propia que nuestra localidad. Además, esta subdivisión ha de ser artificial, porque trata, siguiendo el ejemplo de A. del Castillo, aplicar los horizontes y pisos del sistema cretáceo de Europa, y especialmente de Francia. Pero siempre me resuelvo á una publica-

---

<sup>1</sup> Minero Mexicano, 1880, núm. 7.

ción de los siguientes renglones, refiriéndome á lo que dice el Sr. Rosario Banda, l. c. :

“Muy poco se ha estudiado y publicado sobre la Geología de la República Mexicana, y algo sobre dichos estudios permanece inédito. En parte es debido esto al temor que experimentan las personas, que á este ramo se han dedicado, de publicar ensayos incompletos. Pero esta consideración debe desaparecer, si se quiere que la constitución geológica del país se comience á conocer, y estos mismos ensayos, al publicarse, pueden y deben servir de base para estudios más completos que los rectifiquen.”

Hallé las siguientes formaciones en las inmediaciones del tramo de Colima á Paso del Río, estaciones del Ferrocarril de Colima á Manzanillo:

Cuaternario.

Terciario.

Cretáceo.

#### Cuaternario

Las capas de esta época consisten, cerca de la costa, en arenas de la playa, que invaden á veces á grandes distancias la tierra firme, y se mezclan entonces poco á poco, á medida que se aproximan á las faldas de los volcanes, con poderosas capas de tobas volcánicas, y gran cantidad de cenizas, dispuestas en bancos ó capas ligeramente inclinadas en el sentido de la pendiente del terreno (Aguilera, l. c.). Estos productos son cenizas, tobas, conglomerados más ó menos solidificados, y corrientes de lava. Cubren en capas poderosísimas las pendientes de los volcanes, hasta una distancia considerable,

donde ocultan completamente la configuración original del terreno, y crean tantas diferencias de altura en el paisaje, que motivan teorías tectónicas, seguramente mal fundadas.

#### Terciario

Existe un grupo de rocas, en el contacto de las capas del Cerro de los Amiales con el Cerro de los Libros, es decir, encima del cretáceo y cubierto por el cuaternario. Son capas arcilloso-calcáreas, sin fósiles, con capas gruesas de yeso intercaladas. Yacen discordantemente sobre el cretáceo, y están cubiertas por el cuaternario por la misma manera. Mientras que las capas cretáceas del Cerro de los Libros están horizontales, se presentan las capas de yeso y de las calizas arcillosas de nuestro grupo, sumamente plegadas y como aplastadas por las capas de un conglomerado grueso, moderno, que yace encima del supuesto Terciario y á la vez, en parte, encima del cretáceo. No pude comprobar la edad de estas capas, pero por analogía de capas de semejante constitución petrográfica cerca de Huamuxtitlán en Guerrero, por su modo de situación entre el cretáceo y el cuaternario, las atribuyo, provisionalmente, á la época terciaria. Su potencia no pasará de 50 metros.

En la estación de Rosario se presentan rocas eruptivas verdes de estructura casi ofítica. Según Aguilera, l. c. "la estructura de esta roca se asemeja á la de las porfiritas, y probablemente proviene de una degeneración de la estructura granítica de las dioritas andesíticas posteretáceas."

## Cretáceo

La masa principal de las rocas de nuestro corte está representada por calizas fosilíferas, y también pizarras calcáreas fosilíferas, que pertenecen, sin duda, al cretáceo, aunque la conservación, sumamente mala de los fósiles ó su calidad de estar empotrados en la roca, hace muy problemática su determinación. El rumbo de estas capas, en su mayoría poco inclinadas, es N. 20° E. con el echado hacia el W. A continuación trataré una subdivisión en horizontes, basándome, sea en fósiles característicos, que estaban á mi disposición, sea en autores, de los cuales puedo suponer que poseían más y mejor material.

*División de Potomac.*—(Gault?)—A 3 km. antes de la estación de Rosario ( viniéndose de Colima), la línea ferrocarrilera corta una serie de capas calcáreas y calcáreo-arcillosas, bien estratificadas y bituminosas. Contienen numerosos restos de plantas. El rumbo de estas capas es N. 20° E., echado 30° al W. Las plantas están bastante bien conservadas, aunque existen solamente en hojas sueltas, pedazos de tallos y unos indicios de frutas. El tipo es palustre y se asemeja mucho á la flora de Potomac, descrito por Fontaine.<sup>1</sup>

Genera como *Rogersia*, *Sapindopsis*, *Taxodium*, *Frenelopsis*, creo haber reconocido con bastante certeza, pero siempre los restos son demasiado escasos é imperfectos para admitir una determinación definitiva. Por otra

---

1 U. S. Geol. S. Mon., tomo. 15.



parte, las plantas tienen, generalmente, un valor demasiado limitado como criterio estratigráfico, para identificar desde luego nuestros estratos con los del horizonte norteamericano. De interés es la ocurrencia de amonitas (*Macroscaphites*), juntas con las plantas. Toda la serie de capas parece representar un block levantado en conexión de la erupción de las rocas eruptivas vecinas.

*Gault-Cenomaniano*.—A 8 km. al S. de la estación de Coquimatlán ocurren capas horizontales, formando un cerro redondo, llamado Cerro de los Libros. Como antes he mencionado, está cubierto, en parte, por capas terciarias y cuaternarias. Lleva su nombre porque las calizas muy bien estratificadas, en bancos de 1 cm. á 2 dm. se asemejan mucho por las lajas á un cúmulo de libros. Son calizas de grano muy fino, de color amarillo y hasta obscuro, con fósiles escasos. Encontré la impresión de una típica *Schloenbachia*, que el Sr. Aguilera cree poder determinar como *Schloenbachia inflata* Sow. Si esta determinación es correcta serían las capas del Cerro de los Libros del Gault Cenomaniano.

*Cenomaniano inferior*.—En la orilla occidental del Río de la Armería, en el punto que se llama Paso del Río, se encuentran pizarras arcillosas, de color pardo amarillento, cuya edad no se puede determinar con seguridad. Estas capas, que tienen una extensión bastante grande hacia W. y SW., y que componen las serranías bajas, que se pierden poco á poco en la dirección de la playa contienen bancos rellenos de fósiles, específicamente indeterminables. Pertenecen á los géneros de *Trigonia* y *Ostrea* (*Gryphaea*). Encima de estas capas descansan calizas con cf. *Pecten* (*Vola*) *quadricostatus* Sow. var. *Roem.*, de que se hablará luego. Sola-

mente por este criterio me resuelvo á atribuir nuestras capas al Cenomiano inferior.

*Capas con cf. Pecten (Vola) quadricostatus Sow. var. Roem.*—Como ya lo he mencionado, se encuentran calizas con ejemplares grandes, pero muy alterados é incompletos, de un Pecten cf. quadricostatus. Las calizas son duras, semicristalinas, á veces silizosas, de color azul-gris y de estratos gruesos. Están rellenas con restos indeterminables de diferentes fósiles y del mencionado Pecten.—

*Cenomaniano superior (?)*.—En las inmediaciones de Tecuán y Tecolapa se levantan cerros de 400<sup>m</sup> de altura. Están compuestos de dos series de capas petrográficamente diferentes. Las capas inferiores están formadas por capas calizas compactas de estratos muy gruesos con numerosos cortes de Rudistas y Ostreas empotradas en la roca. Encima de estas capas horizontales, á 200 metros de altura, yacen calizas cavernosas fétidas, de color gris-rojizo con una corteza amarilla.

Están literalmente rellenas por fósiles indeterminables, entre los cuales se pueden distinguir Belemnites Gastrópodos y Lamellibranchiata. Todo el grupo parece yacer encima de las capas calcáreas de Pecten quadricostatus y representarían así el Cenomaniano superior.

#### Tectónica

Las capas de nuestro corte son casi horizontales, con excepción del Gaultiano, en el Rincón del Moreno, de manera que nadie sospecha dislocaciones que, sin embargo, deben haber sucedido. Es de notar, que las sierras comprendidas entre Colima y Manzanillo se hallan orientadas, en su mayor parte, de NW. á SE., y me pare-

ce que también las fallas siguen este rumbo. La gran falla que disloca el Cenomaniano, indica un hundimiento en escala de los estratos hacia la costa. Por esta falla salieron las rocas eruptivas de Rosario y se originaron otras pequeñas fracturas en las capas del Rincón del Moreno.







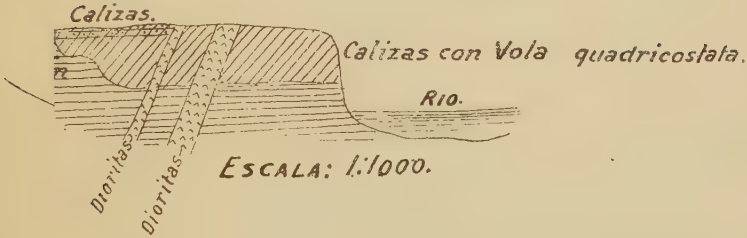








Geológico en Paso del Rio.



 ritas andesíticas  Cen.-inf.

quadricostata Sow. var. Röm)





PARERGONES  
DEL  
INSTITUTO GEOLOGICO DE MEXICO

---

**TOMO II.—NUMERO 2**



INSTITUTO GEOLOGICO DE MEXICO

---

DIRECTOR: JOSE G. AGUILERA

---

SOBRE ALGUNOS

# FOSILES PLEISTOCENICOS EN LA BAJA CALIFORNIA

RECOGIDOS POR EL SR. DR. E. ANGERMANN

POR EL DR. E. BÖSE



MEXICO

IMPRENTA Y FOTOTIPIA DE LA SECRETARIA DE FOMENTO

CALLEJON DE BETLEMITAS NUMERO 8

1907



---

## SOBRE ALGUNOS FÓSILES PLEISTOCÉNICOS

EN LA

# BAJA CALIFORNIA

RECOGIDOS POR EL SR. DR. E. ANGERMANN

POR EL DR. E. BÖSE

---

En su trabajo "Fisiografía, Geología é Hidrología, de los alrededores de la Paz, Baja California," menciona Angermann,<sup>1</sup> fósiles pleistocénicos de las Cacachilas en la vecindad de La Paz, B. C. El autor dice, que en aquel lugar, bancos de arena solidificados por siliza, se encuentran hasta una altura de 600<sup>m</sup> sobre el mar y que contienen numerosos fósiles: Ostreas, Pecten y Gastrópodos. El Sr. Aguilera clasificó una de las especies, provisionalmente, como *Fasciolaria princeps* Lam.

Revisando las colecciones del Instituto Geológico con el fin de describir paulatinamente las faunas terciarias del Golfo<sup>2</sup> y del Pacífico, encontré los fósiles colectados por Angermann. Estos son dos ejemplares de un *Pecten* y uno de una *Fasciolaria*.

El *Pecten* es una especie grande, sus caracteres son:

---

1 Parergones del Inst. Geol. de México, tomo I, núm. 2, 1904, pág. 9.

2 Las dos primeras partes de esta descripción ya están terminadas y publicadas en el Boletín núm. 22 del Instituto Geológico; contienen estudios sobre el Mioceno y Plioceno del Istmo de Tehuantepec y el Plioceno de Tuxtepec, Oax., y de Santa María Tatetla, Ver.

Concha grande, gruesa, equilateral, algo convexa, de contorno suborbicular, pero algo más ancha que larga; las aurículas son desiguales y no muy grandes. La ornamentación consiste de 9 á 10 costillas radiales, poco aplanadas en la parte superior y casi del mismo ancho como los intersticios, á veces también algo más anchas. Tanto las costillas como los intersticios, están cubiertos por cordones radiantes, de los cuales 7-11 se encuentran generalmente en las costillas y 5-8 en los intersticios, pero estos números varían. Estrías finas concéntricas de crecimiento, cubren la concha, pero son principalmente visibles cerca del borde inferior. En diferentes partes de la superficie vemos que las costillas y sus intersticios muestran una depresión concéntrica que produce un aspecto nodoso en las costillas. En uno de los ejemplares, los nódulos son bastante grandes, especialmente una serie entre dos depresiones muy vecinas; en el otro ejemplar, apenas se distinguen nódulos; mejor se podría decir que las costillas muestran ondulaciones ligeras. El submargen posterior de la concha es algo más ancho que el anterior y los dos están cubiertos sólo de los cordones radiales, y no demuestran las costillas anchas. La aurícula posterior, es más pequeña que la anterior que tiene un ligero seno para el byssus. La ornamentación de las aurículas, consiste de cordones radiales y líneas concéntricas de crecimiento. El interior de la concha es casi liso; apenas están las costillas de la parte exterior marcadas como intersticios poco profundos; los intersticios del lado exterior se marcan en el interior como costillas muy anchas, bajas y planas en su parte superior; cerca del margen, están bien visibles, hacia los umbones casi se pierden. Las cruras auriculares y cardinales están



bien desarrolladas. El color original está conservado en partes; es un morado hermoso, tanto en el interior como en el exterior; en el interior sólo se observa en los márgenes.

Dimensiones: altura 122.6 mm., ancho; 129.8 mm., grueso (valva derecha) 34 mm.

Los dos ejemplares descritos son valvas derechas.

De la descripción vemos que la especie pertenece al subgénero *Nodipecten* y que sus caracteres son completamente idénticos con *Pecten* (*Nodipecten*) *subnodosus*, Sowerby. He podido comparar con nuestros ejemplares una serie de individuos del Golfo de California (Coll. de la Com. Geogr. Exploradora en Tacubaya, D. F.) y he visto que no existe la menor diferencia entre los ejemplares fósiles y los recientes. La especie apenas se distingue de *Pecten nodosus* del Golfo de México, creo que se podrían bien reunir las dos especies y parece que Dall<sup>1</sup> es de la misma opinión. Dall cita nuestra forma del Pleistoceno de Cerros Island y otros puntos de la Baja California. Me permito rectificar el primer nombre usado constantemente en las publicaciones de los Estados Unidos; debería ser *Cedros Island*, porque el nombre español es *Isla de Cedros*. Parece que la especie no se encuentra en el Plioceno de la Baja California, por lo menos no la he visto en una revisión provisional de una fauna pliocénica rica de la Baja California.

El gastrópodo traído por Angermann tiene los siguientes caracteres:

Concha muy grande, sólida, de más de seis vueltas (falta el ápice) núcleo y protoconco desconocidos. Las

---

<sup>1</sup> Dall. Contributions to the Tertiary Fauna of Florida, etc. Trans. Wagner Free Inst. Philadelphia, tomo III, parte IV, 1898, págs. 710 y 729.

primeras vueltas tienen nódulos fuertes que pasan por la mayor parte de la vuelta, sólo en la parte posterior se observan 3 cordones espirales lisos. En las últimas vueltas, los cordones se encuentran espiralmente ordenados en una serie, casi en la mitad de la vuelta y sobre los intersticios, entre los nódulos pasa un cordón angosto y liso; en la parte posterior de cada vuelta se distinguen 4 cordones lisos espirales; entre la faja subsutural y el último cordón hay un ligero surco. En la parte anterior de cada vuelta se observan 3 cordones espirales lisos. La última vuelta tiene en la parte posterior (contando desde el hilo de nódulos) 13 cordones espirales. En toda la concha son los intersticios más anchos que los cordones, pero el ancho de los intersticios es diferente. En la parte posterior de cada vuelta son los intersticios entre los tres cordones posteriores, igualmente anchos, mientras que el intersticio entre éstos y el cuarto cordón es mucho más ancho.

En la parte anterior de la última vuelta, vemos contando desde el hilo de nódulos, tres cordones con intersticios de igual tamaño, después sigue un intersticio muy ancho, después dos intersticios iguales y otro más ancho; los últimos, apenas muestran diferencias de tamaño. La ornamentación transversal consiste, dejando aparte los nódulos, de líneas arqueadas de crecimiento, sólo cerca del labro se producen algunos varices bastante ligeros.

La abertura ocupa más de la mitad de la altura total de la concha y tiene una forma alargada. El labro es sencillo, pero algo dentado por la ornamentación de la concha; está comprimido cerca de la sutura; en el interior se ven á alguna distancia del borde del labro numerosas

estrias espirales angostas. El labio no es muy ancho, calloso y liso, la columela está torcida y tiene un pliegue limitado por dos surcos, de modo que casi se puede hablar de tres pliegues; en el interior de la concha, estos pliegues son muy pronunciados. La fasciola sifonal es poco distinta. La sutura está hundida.

Dimensiones: longitud de la concha, 286 mm.; longitud de abertura y canal, 168 mm.; diámetro mayor de la última vuelta, 139,5 mm.

Nuestra especie pertenece al subgénero *Pleuroploca* y en todos sus caracteres es idéntica con *Fasciolaria princeps* Lam., una especie que vive en el Golfo de California. He podido comparar algunos ejemplares recientes con el que trajo Angermann.

*Fasciolaria princeps* Lam., no se distingue de *Fasciolaria gigantea* Kiehner, más que por el opérculo, que es bastante diferente. La última especie se encuentra ya en el Plioceno de Florida, y vive en el Golfo de México, pero *F. princeps* Lam., no parece encontrarse en capas más antiguas que el Pleistoceno.

Angermann cita también el hallazgo de *Ostreas*, pero no trajo ejemplares. Es de sentirse que de una fauna aparentemente rica y muy bien conservada, no poseamos más que las dos especies descritas arriba.

México, Octubre 1.º de 1904.





**SOBRE LA APLICACION**

DE LA

**POTASA CAUSTICA A LA PREPARACION DE FOSILES**

POR

**EMILIO BÖSE Y VICTOR VON VIGIER**

---





---

## SOBRE LA APLICACION DE LA POTASA CAUSTICA

### A LA PREPARACION DE FOSILES

POR EMILIO BÖSE Y VICTOR VON VIGIER

---

La primera noticia sobre el uso de la potasa cáustica en la preparación de fósiles, fué probablemente dada por Ch. Schuchert.<sup>1</sup> Este autor la recomienda para quitar la arcilla dura de las calices de corales, del interior de bivalvos y otros objetos. El método de Schuchert fué citado primero por Keilhack,<sup>2</sup> que dió sólo un extracto de las observaciones del autor anterior; después lo mencionó Oppenheim,<sup>3</sup> que tuvo muy buenos resultados, tanto en la preparación de corales como en la de erizos.

Todas estas notas son cortas y ninguna da una explicación de las reacciones químicas sobre las cuales se basa el método citado. En el Instituto Geológico de México hemos aplicado la potasa cáustica últimamente de una manera muy extensa, y así hemos obtenido algunos resultados que podrán servir á los colegas paleontólogos en otras partes.

Los autores arriba citados, dicen que la potasa cáus-

---

1 Ch. Schuchert. Directions for collecting and preparing fossils. Bull. U. S. Nat. Mus., No. 39, parte K, 1895, pág. 26.

2 K. Keilhack. Lehrbuch der praktischen Geologie, Stuttgart, 1896, pág. 615.

3 Palaeontographica, tomo 47, 1900, pág. 23.

tica se encuentra en el comercio en barras; nosotros usamos la potasa cáustica para el uso industrial, especialmente la fabricación de jabón. Esta potasa se vende generalmente en botes de 5 á 10 kilos; para llenar los botes de fierro la potasa fué fundida, así que después forma una masa dura que llena todo el bote, pero se deja quebrar fácilmente por medio de golpes contra el lado exterior del bote de fierro. Esta potasa es dos ó tres veces más barata que la químicamente pura. Mejor es la potasa impura en barras, fabricada por la casa de E. Merck, en Darmstadt.

La potasa cáustica se puede usar para la preparación de toda clase de fósiles calcáreos envueltos en arcilla dura ó marga, aunque ésta fuera bastante calcárea y silizosa.

Especialmente práctico es el uso de la potasa para limpiar objetos con ornamentos muy finos ó muy complicados, que no se pueden tratar fácilmente con el cincel.

Así, por ejemplo, hemos limpiado gastrópodos con ornamentación fina, rudistas con costillas muy agudas, charnelas de Chamidae, etc.; pero también Ostrea, Lima, amonitas, etc., etc. Generalmente usamos primero una solución bastante concentrada de potasa cáustica, ésta quita la mayor parte de la arcilla ó marga; si se calienta esta solución, el efecto es más rápido y más perfecto. En esta solución dejamos los objetos durante 24-48 horas, después se sacan y se lavan con agua á la cual se añade una pequeña cantidad de ácido clorhídrico. El que lava los fósiles necesita usar guantes de hule ó por lo menos dedos de hule, porque la potasa destruye muy pronto la piel de las manos.

Después del primer tratamiento se revisan los fósiles

para ver dónde se ha quedado alguna masa de marga dura; se coloca el objeto en alguna bandeja de fierro ó loza con la parte para limpiar hacia arriba y se pone sobre la marga un pedazo de potasa cáustica. Se deja el objeto en reposo durante 12-24 horas y se lava después con agua con unas gotas de ácido clorhídrico y así se sigue hasta que el fósil está completamente limpio. La solución que se forma en la bandeja se puede usar para la primera limpieza de otros objetos. Como veremos mas adelante que la potasa disuelve algo de la caliza (1%), se debe tener cuidado cuando se la aplica á objetos con estructura fina; es de preferirse tratar estos objetos, principalmente corales, con solución concentrada, porque así no hay peligro que se ataque la caliza. Lo mismo es el caso con la solución caliente; si se hierven fósiles en solución de potasa cáustica, no se debe hacer esto durante un tiempo demasiado largo, sino frecuentemente sacar los objetos de la solución para observar el progreso de la limpieza. Hay una multitud de fósiles grandes y pequeños envueltos en marga dura, cuya preparación con el cincel, el alfiler, etc., requeriría semanas sin que se llegara á un resultado perfecto, mientras que por el procedimiento descrito se limpian en 2-3 días.

Después de haber acabado la limpieza por medio de la potasa cáustica, se lavan los objetos en agua á la cual se añade una pequeña cantidad de ácido clorhídrico; ésta no debe ser tan grande que se produjera una solución de la caliza (burbujas de ácido carbónico en el agua); se cambia esta agua durante dos ó tres días varias veces y se secan después los fósiles. Si no se lavan los fósiles suficientemente, se produce una capa blanca de carbona-

to de potasa; ésta se quita con otra lavada prolongada en agua con ácido.

Schuchert dice que no se debe aplicar su método á objetos agrietados, porque la potasa penetra en el objeto hasta el interior. Esto se refiere, naturalmente, á objetos muy delicados; pero bivalvos, gastrópodos, etc., agrietados se pueden tratar con potasa en cápsulas de porcelana, así como se usan en el laboratorio químico; teniendo el cuidado suficiente se pueden recoger los fragmentos después de la limpieza y pegarlos sin dificultad. En este caso es preferible la aplicación de la solución, si es necesario caliente, y no la de pedazos de potasa.

Cuando se trata de separar las dos valvas de un lame-libranquiato, muchas veces la potasa cáustica es de gran utilidad; si las valvas no están completamente cerradas, casi siempre se consigue la separación tratando el borde de la concha con potasa; es decir, se limpia todo el borde bien, aplicándole potasa en pedacitos y después se deja la potasa durante algunos días obrar allí, donde la concha está más abierta. Cuando la potasa obra sobre marga, ésta se hincha y este fenómeno ayuda mucho en abrir las dos valvas.

Hemos hecho una prueba también con la sosa cáustica, que es mucho más barata que la potasa y que por esto sería preferible. Tiene, en lo general, la sosa cáustica, casi las mismas propiedades que la potasa, pero en nuestro caso no produjo efecto ninguno. Hemos dejado los fósiles, tanto con pedazos de sosa, como en la solución, durante una semana, los hemos hervido y no obstante de esto la marga no se quitó. Este resultado sorprendente lo vamos á explicar en la parte siguiente de nuestro artículo.

No nos satisfizo sólo conocer prácticamente el modo de aplicación de la potasa, sino quisimos darnos cuenta de la reacción química sobre la cual se basa todo el procedimiento. Sobre este particular se encuentran en la literatura muy pocos datos. El único entre los tres autores citados anteriormente, que da una nota ligera sobre la reacción, es Oppenheim.<sup>1</sup>

Dice que después de haber tratado fósiles con pedazos de potasa cáustica, se halla en la solución básica sólo magnesia. Esto fué sorprendente para nosotros, porque Rammelsberg,<sup>2</sup> que hizo algunos ensayos con caolina, obtuvo resultados completamente diferentes. En sus experimentos, que nos fueron de algún servicio para la explicación de nuestro problema, Rammelsberg hirvió arcilla cruda y cuarzosa varias veces con una solución de potasa cáustica; quedaron 46.6% como residuo insoluble.

En la solución se encontró sílice y alumina. Después de haber visto esta contradicción entre las indicaciones de Oppenheim y las de Rammelsberg nos resolvimos estudiar toda la reacción química<sup>3</sup> que se produce en la limpieza de los fósiles; además, resulta desde luego que el estudio químico puede indicarnos en cuales casos se puede emplear el procedimiento con el mayor provecho.

Se escogieron para el examen químico algunos corales del Senoniano de Cárdenas (San Luis Potosí<sup>4</sup>) que estaban envueltos en una arcilla cuarzosa, la que contenía

1 L. c., pág. 23.

2 Rammelsberg. Mineralchemie, Berlín, 1875, pág. 642.

3 Todos los análisis fueron hechos por el Sr. Dr. von Vigier en el Laboratorio químico del Instituto Geológico de México.

4 En las mismas capas se encuentran numerosos fósiles, los que hemos limpiado con potasa, con el mejor éxito. Para dar una idea de la ventaja de este procedimiento, observamos que mil doscientos ejemplares fueron limpiados en dos meses.

mucho carbonato de cal, óxido de fierro y un poco de magnesia. El análisis de la materia<sup>1</sup> que acompaña á los fósiles, dió los resultados siguientes:<sup>2</sup>

SiO <sup>2</sup> .....	27.28 por ciento.
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> .....	6.95 —
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> .....	3.28 —
CaO.....	33.60 —
MgO.....	1.43 —
K <sub>2</sub> O.....	0.35 —
Na <sub>2</sub> O.....	1.03 —

Se trató esta materia acompañante con potasa cáustica un poco mojada en una cápsula de platino durante 48 horas. Después toda la masa fué filtrada y se determinaron en la solución clara, que había pasado por el filtro, las substancias que se habían disuelto; estas fueron: sílice, alumina, cal; pero ni una huella de magnesia. Los resultados obtenidos fueron:

SiO <sub>2</sub> .....	0.50 por ciento.
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> .....	2.95 —
CaO .....	0.99 —

La influencia de la potasa cáustica efectúa, pues, una descomposición de la arcilla; se forma silicato de potasa y aluminato de potasa, mientras que del carbonato de cal se disuelve muy poco. La consecuencia de esta solución parcial de la arcilla es un aflojamiento de la materia que acompaña á los fósiles y así un lavado y limpieza del objeto. Esto parecía ser suficiente para explicar el fenómeno.

Pero como es interesante saber si la potasa cáustica

1 Esta fué quitada de los fósiles y bien molida.

2 No hemos determinado los cuerpos que no son importantes para nuestro objeto, como el CO<sup>2</sup>, etc.



se puede sustituir por la sosa cáustica, que es más barata, lo cual haría el procedimiento más económico, hicimos un ensayo con esta substancia. El primer ensayo ejecutado de la misma manera como él, con potasa, descrito arriba, dió un resultado poco satisfactorio. Toda la materia quedó muy dura y pareció que no fué atacada por la sosa; pero en realidad no fué así; al contrario, la solución básica, contenía más de las substancias ( $\text{SiO}_2$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ,  $\text{CaO}$ ) mencionadas anteriormente, que la solución obtenida con la potasa cáustica. Los resultados del análisis fueron:

$\text{SiO}_2$ .....	2.36 por ciento.
$\text{Al}_2\text{O}_3$ .....	3.80 —
$\text{CaO}$ .....	1.73 —

Este resultado fué inesperado, pero se dejó explicar fácilmente. Lo causan tres factores; el ácido carbónico contenido en el aire, la solubilidad diferente de los carbonatos de potasa y de sosa, que se forman bajo la influencia de este ácido carbónico, y la formación de silicatos dobles en pequeña cantidad. Las propiedades básicas de la potasa cáustica son más grandes que las de la sosa cáustica y por eso es posible que la potasa cáustica atrae más pronto al ácido carbónico del aire que la sosa cáustica. Se descomponen más pronto el aluminato y el silicato de potasa y al mismo tiempo se precipita más alúmina y sílice.

En los dos casos encontramos, pues, una solución, una descomposición y una precipitación; pero en el caso de la potasa cáustica, estas reacciones se producen mucho más rápidamente y la consecuencia es, que hallamos en el líquido obtenido con la potasa cáustica menor canti-

dad de las sustancias mencionadas ( $\text{SiO}_2$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3$  y  $\text{CaO}$ ), no obstante de que la potasa cáustica seguramente haya atacado más enérgicamente la materia que acompaña á los fósiles. Evitando la influencia del ácido carbónico, debemos encontrar en solución mayor cantidad de aquellas sustancias; este resultado debemos obtener calentando la materia acompañante de los fósiles, con una solución de potasa cáustica. El resultado de semejante operación fué:<sup>1</sup>

$\text{SiO}_2$ .....	19.25 por ciento.
$\text{Al}_2\text{O}_3$ .....	3.14 —
$\text{CaO}$ .....	0.98 —

En este caso se calentó la solución durante un cuarto de hora.

No obstante de todo eso, extraña que la sosa cáustica no produzca casi el mismo efecto; pero tenemos también que contar con la solubilidad diferente del carbonato de potasa y del carbonato de sosa; 100 partes de agua de  $10^\circ\text{C}$ . disuelven 109 partes del carbonato de potasa seco<sup>2</sup> y solamente 12.6 partes de carbonato de sosa.<sup>3</sup> Así no es difícil explicar este comportamiento de la sosa cáustica. El carbonato de sosa formado bajo la influencia del ácido carbónico del aire, se precipita, porque la solución es muy concentrada y forma con la arcilla y el carbonato de cal una especie de cemento, una masa muy dura, que impide que el fósil se ponga limpio. El carbonato

1 Naturalmente no se debe olvidar que el calor tiene una influencia grande sobre la solubilidad, y sobre la velocidad de la reacción, de modo que el experimento no es una prueba estricta: desgraciadamente nos faltaron los aparatos para excluir la influencia del ácido carbónico.

2 Dammer. Anorganische Chemie, Ergänzungsbd. pág. 220.

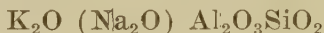
3 Idem. ibid., pág. 232.

de potasa que se disuelve 8 veces más fácilmente que el carbonato de sosa, se queda en solución, no obstante lo concentrado de la solución. Si ponemos los fósiles tratados con sosa cáustica en agua y los dejamos allí durante una semana ó más, el carbonato de sosa formado se disuelve, la materia acompañante de los fósiles se precipita y se produce una limpieza por lo menos en parte.

Los siguientes experimentos comprueban que esta insolubilidad del carbonato de sosa junto con la formación de silicatos dobles en pequeña cantidad, de los cuales tendremos que hablar más adelante, son la causa de que la sosa se comporte de una manera tan diferente de la potasa.

Dijimos que el carbonato de sosa, formado bajo la influencia del ácido carbónico del aire forma con la arcilla y el carbonato de cal una especie de cemento, mientras que el carbonato de potasa se queda en solución y permite así que la potasa cáustica pueda limpiar los fósiles. Si esto es la verdad, tenemos que encontrar en el caso de la sosa cáustica mucho carbonato de sosa contenido en la materia que incluye los fósiles, mientras que en el caso de la potasa cáustica se debe hallar nada ó muy poca potasa. Y realmente así es. Hemos tratado dos pedazos del mismo peso, uno con una solución de potasa cáustica, el otro con una de sosa cáustica. Las dos soluciones tenían la misma concentración. Antes de que la descomposición fuera completa hemos sacado los dos pedazos, los lavamos, secamos y molimos. El primero contenía 10.4% de carbonato de sosa, el otro sólo 2.5% de carbonato de potasa; este último se formó probablemente en el pedazo durante el secar al aire, porque contenía todavía una pequeña cantidad de potasa cáustica. Se ve que la insolu-

bilidad del carbonato de sosa es la causa principal del comportamiento diferente de la sosa cáustica. Pero hay otro factor todavía que influye, y esto es la formación de silicatos dobles. Tratando la materia que incluye los fósiles sea con potasa ó sea con sosa cáustica, se forman en pequeña cantidad silicatos dobles de sosa y alúmina ó de potasa y alumina, según la fórmula siguiente:



El silicato doble de potasa y alumina es soluble en los álcalis, mientras que el silicato doble de sosa y alumina es insoluble en los álcalis.<sup>1</sup> Tenemos, pues, que encontrar en la masa tratada con sosa cáustica más  $\text{Na}_2\text{O}$ , que lo que fué contenido en la masa antes de tratarla con sosa cáustica.

Antes del tratamiento contenía la materia:

$\text{Na}_2\text{O}$ .....	1.03 por ciento
$\text{K}_2\text{O}$ .....	0.35 „ „

Después del tratamiento con sosa cáustica se encontró en la materia, la que fué lavada muchas veces con agua fría hasta que desapareció la reacción básica: 1.237% de  $\text{Na}_2\text{O}$ , es decir, 0.207% de  $\text{Na}_2\text{O}$ , más que antes. Esto se puede explicar suponiendo la formación de los silicatos dobles mencionados antes. Los 0.207% de  $\text{Na}_2\text{O}$ , corresponden á 0.74% del silicato doble de sosa y alumina ( $\text{Na}_2\text{O}, \text{Al}_2\text{O}_3\text{SiO}_2$ ) en la masa total.

Resulta, pues, que la poca influencia de la sosa cáustica se explica en primer lugar por la formación del carbonato de sosa que se disuelve muy difícilmente y en segun-

---

Artur M. Comey. Dictionary of chemical solubilities, pág. 363.

do lugar, por la del silicato doble de sosa y alumina en pequeña cantidad, que también es insoluble en los álcalis. Este último no es de tanta importancia, porque la cantidad de los silicatos dobles es muy pequeña (0.74%). Si esta cantidad fuera más grande, no sería posible limpiar los fósiles, como lo mencionamos, con agua fría después del tratamiento con sosa cáustica, porque estos silicatos son insolubles en agua fría.

El carbonato de potasa y también los silicatos dobles de potasa y alúmina, son solubles en los álcalis, y esto permite limpiar los fósiles de un modo tan cómodo y rápido por medio de la potasa cáustica.

Resumiremos brevemente los resultados obtenidos. La potasa cáustica conviene más para limpiar los fósiles, y especialmente en el caso que la masa que acompaña á los fósiles contiene mucha arcilla. El procedimiento con sosa cáustica es más difícil y necesita más tiempo.

En la tabla siguiente damos los resultados de los análisis para que se pueda comparar más fácilmente la influencia diferente de la potasa cáustica y de la sosa cáustica sobre la materia que cubre los fósiles:

La materia que encierra los fósiles contenía	SE DISUELVEN EN		
	K O H después de 48 horas	K O H hervido ¼ de hora	Na O <sup>2</sup> después de 48 horas
SiO <sub>2</sub> ..... 27.28	0,50	19,25	2,36 %
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> ..... 6.95	2,95	3,14	3,80 „
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> ..... 3.28	0,00	0,00	0,00 „
CaO..... 33.60	0,99	0,98	1,73 „
MgO..... 1.43	0,00	0,00	0,00 „





SOBRE LAS ROCAS FOSFORITICAS  
DE LAS  
**SIERRAS DE MAZAPIL Y CONCEPCION DEL ORO,**  
ZACATECAS,  
POR EL DR. CARLOS BURCKHARDT

---



---

## SOBRE LAS ROCAS FOSFORITICAS

DE LAS

### SIERRAS DE MAZAPIL Y CONCEPCION DEL ORO, ZAC.

POR EL DR. CARLOS BURCKHARDT

---

(Con un plano)

En las Sierras de *Mazapil* acabo de descubrir yacimientos de calizas fosforíticas de bastante espesor y de gran extensión. Estas rocas forman parte del sistema jurásico superior y se encontraron en tres diferentes pisos, pero es probable que se puedan encontrar también en otros pisos adyacentes.<sup>1</sup>

*El piso fosforítico inferior* pertenece al Kimeridgiano superior, y está formado por capas margosas grises ó amarillentas, que contienen muchas conchas de la *Aucella Pallasi* Keys. Este piso se encontró en la Sierra de Santa Rosa (Puerto Blanco, en el camino de Mazapil á Santa Rosa y cerca de la casa Sotelo en Santa Rosa), tiene un espesor de pocos centímetros y contiene poco fosfato.

Mucha más importancia tienen los dos pisos fosforíticos superiores, separados del piso inferior por capas margosas y pizarras de bastante espesor.

---

<sup>1</sup> La geología de la región está descrita en mi trabajo "Géologie de la Sierra de Mazapil et Santa Rosa." Libro-guía de las excursiones del Xº Congreso Geológico Internacional, nº XXVI. México, 1906.

*El piso fosforítico medio* pertenece al Portlandiano inferior. Está formado por calizas fosforíticas muy características, de color rojizo con manchas negras. Este piso contiene muchísimos fósiles, sobre todo ammonitas; tiene un espesor de 1 á 2 metros y se encuentra en vasta extensión, tanto en la Sierra de la Caja, como en la de Santa Rosa.

En el plano está marcada la extensión de este piso y del siguiente, que se encuentra inmediatamente sobrepuesto á él. Es casi seguro que este piso contiene en todas partes cantidades bastante considerables de fosfato (hasta 18.98% de  $P_2O_5$ ).

*El piso fosforítico superior* pertenece, según sus fósiles, á la parte inferior del Portlandiano superior. Las rocas se distinguen fácilmente de las del piso medio, sobre las cuales descansan inmediatamente; son calizas fosforíticas grises de 5 á 6 metros de espesor, que contienen numerosísimos fósiles (en la parte inferior, principalmente ammonitas, en el banco más alto muchas conchitas de la *Cucullaea phosphorítica*.)

Este piso se observa en las dos Sierras en gran extensión. Está (geológicamente hablando) sobrepuesto al piso medio y se encuentra sobre él, en las mismas localidades. El análisis de una roca del piso superior de la Sierra Caja (banco superior con conchitas del "Quemado") dió el resultado de 19,55% de fosfato; otra roca de la Sierra de Santa Rosa (Casa Sotelo, Santa Rosa) recogida y analizada á la ventura como las demás, contiene también fosfato, de modo que es casi seguro que el piso superior contiene, como el medio, fosfatos en toda su extensión.

Damos á continuación los análisis químicos de las ro-

cas fosforíticas de Mazapil, hechas en el laboratorio químico de nuestro Instituto por el Dr. V. von Vigier.

#### ANÁLISIS DE ROCAS DEL PISO FOSFORÍTICO INFERIOR.

##### I. *Sierra de Santa Rosa.*

Análisis núm. 9, Puerto Blanco..... 0.93 % de  $P_2O_5$

#### ANÁLISIS DE ROCAS DEL PISO FOSFORÍTICO MEDIO.

##### I. *Sierra de Santa Rosa.*

Análisis núm. 1, Socavón de las Turquesas, Santa Rosa ..... 23.54 % de  $P_2O_5$   
 Análisis núm. 2, Puerto Blanco ..... 3.06 " " "  
 Análisis núm. 3, Puerto Blanco ..... 7.61 " " "  
 Análisis núm. 4, Casa Sotelo, Santa Rosa ..... 10.62 " " "  
 Análisis núm. 6, Cajón Chorreadero .. 3,90 " " "

##### II. *Sierra de la Caja.*

Análisis núm. 5, al Este del Quemado. 18.98 " " "

#### ANÁLISIS DE ROCAS DEL PISO FOSFORÍTICO SUPERIOR.

##### I. *Sierra de Santa Rosa.*

Análisis núm. 8, Casa Sotelo, Santa Rosa..... 7.33 % de  $P_2O_5$

##### II. *Sierra de la Caja.*

Análisis núm. 7, Quemado..... 19.55 " " "

Además me permito publicar dos análisis de rocas fosforíticas de Mazapil, que fueron hechos por el Sr. Dr. H. J. Bush, químico de los Sres. Carlos Felix y Cía.

#### I. ANÁLISIS DE UNA ROCA DEL PISO FOSFORÍTICO MEDIO DE LA CASA SOTELO

(CAJÓN DE SAN MATÍAS) SANTA ROSA (COMP. ANÁLISIS NÚM. 4).

$H_2O$ ..... 0.31 por ciento.  
 Substancia orgánica .... 0.58 —  
 Residuo insoluble..... 32.09 —

$\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ .....	36.59 por ciento	( $\text{P}_2\text{O}_5=16.76$ por ciento.)
$\text{CaCO}_3$ .....	19.66	—
$\text{Fe}_2\text{O}_3+\text{Al}_2\text{O}_3$ .....	0.65	—
$\text{CaFl}_2$ .....	5.03	—
Substancias no determinadas .....	5.09	—

II. ANÁLISIS DE UNA ROCA DEL PISO FOSFORÍTICO SUPERIOR  
DE LA VEREDA DEL QUEMADO

(SIERRA DE LA CAJA. COMP. ANÁLISIS NÚM. 7.)

$\text{H}_2\text{O}$ .....	0.37 por ciento.	
Substancia orgánica.....	1.10	—
Residuo insoluble.....	22.69	—
$\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ .....	41.18	— ( $\text{P}_2\text{O}_5=18.87$ por ciento.)
$\text{CaCO}_3$ .....	26.45	—
$\text{Fe}_2\text{O}_3+\text{Al}_2\text{O}_3$ .....	0.43	—
$\text{CaFl}_2$ .....	8.55	—
Substancias no determinadas .....	1.23	—

En la sierra de *Concepción del Oro*, se encuentran los mismos pisos fosforíticos como en las Sierras de Mazapil. Las rocas fosforíticas se observan también con preferencia en el Portlandiano, formado en su mayor parte por calizas fosforíticas fosilíferas. La extensión de estas rocas está marcada en el plano de la Sierra de Concepción que acompaña mi trabajo intitulado "Géologie de la Sierra de Concepción del Oro." (Libro-guía de las excursiones del X Congreso Geológico Internacional, número XXIV, México 1906.)

Algunos análisis de las calizas fosforíticas de la Sierra de Concepción, fueron hechos en el Instituto y dieron los resultados siguientes:

---

Roca del Puerto de la Laborcilla .....	16.08 % de $P_2O_5$ .
— del Cerro Temeroso.....	6.78 —
— del Cañón del Almagre.....	8.06 —
— de Aranzazú.....	3.26 —

Como se ve, las cantidades de fosfato son relativamente pequeñas en las rocas de Mazapil y Concepción del Oro. En cambio, una explotación de los fosfatos sería favorecida por la extensión enorme de las rocas fosforíticas en todas estas sierras, así como por la distribución uniforme del fosfato por toda la roca.

Las rocas fosforíticas se pueden perseguir en el terreno con mucha facilidad, por encontrarse generalmente á descubierto en depresiones del terreno, intercaladas entre las calizas del Jurásico superior (calizas con nerineas) y las del Cretáceo inferior. (Comp. Géologie de la Sierra de Mazapil, l. c., lámina X.)







2



Pat



PARERGONES

DEL

INSTITUTO GEOLOGICO DE MEXICO

**TOMO II.—NUMERO 3**



INSTITUTO GEOLOGICO DE MEXICO

---

DIRECTOR: JOSÉ G. AGUILERA.

---

EL  
VOLCAN JORULLO

POR EL INGENIERO DE MINAS

ANDRES VILLAFANA

(Con láminas).



MEXICO

IMPRESA Y FOTOTIPIA DE LA SECRETARIA DE FOMENTO  
CALLEJON DE BETLEMITAS NUMERO 8

1907





---

## EL VOLCAN DEL JORULLO

POR EL INGENIERO DE MINAS ANDRES VILLAFANA

---

### Bibliografía

- Martín Reynoso..... (Carta informativa). *Bol. Soc. Geogr. y Estad. México*. 2ª ép., tom. 2, págs. 561-565.
- Alexander von Humboldt... *Cosmos*, tom. IV, págs. 334-352.
- Joseph Burkart..... Aufenthalt und Reisen in Mexico in den Jahren 1825 bis 1824, vol. I, páginas 224-223.
- „ „ ..... Ueber die Erscheinungen bei dem Ausbruche des Mexicanischen Feuerberges Jorullo in Jahre 1759.—*Zeitschr. d. Geol. Ges.* 9, 1859, págs. 274-299.
- G. Poulett Scrope..... *Quarterly Journal of the Geological Society* of London, vol. 15, págs. 509-512.
- „ „ „ ..... Les Volcans. Paris, 1864.
- Felix u. Lenk..... Beiträge zur Geologie und Palæontologie der Republik Mexico, 1889-1899.
- Jules Leclercq..... Une visite au Volcan du Jorullo.—*Bull. Soc. Géogr.* París, 1886.
- Lapparent..... *Traité de Géologie*. 1893, tom. I, página 442.
- C. Pieschel..... Die Vulkane von Mexico.—*Zeitschr. f. allg. Erdk.* VI, 1856, págs. 489-516.
- I. C. Russell..... *Volcanoes of North America*. New-York, 1897.

- H. de Saussure..... Notes sur le volcan de Jorullo.—*Bull. Soc. Vaudoise des Sciences naturelles*. Séance du 22 Juin 1859.
- Emil Schleiden..... Ueber den Jorullo.—*Fortschr der Geogr. u. Naturgeschichte v. Froriep u. Schomburgk*, II, 1847, pág. 14.

Entre los volcanes de México es sin duda El Jorullo uno de los más importantes, tanto por el interés científico que presenta, como por las diversas maneras como se ha juzgado su aparición, acaecida en los últimos meses del año de 1759. Era ya necesario al Instituto Geológico Nacional reunir todo lo escrito acerca de este volcán, comparar estos datos con una observación directa y detallada, y formar una monografía que expresara, hasta donde es posible, las distintas fases de su formación, y, con los adelantos actuales de la Vulcanología, desvanecer los errores cometidos al interpretar su aparición en la región de Las Playas, en la vertiente SW. de la “Mesa Central.” Este trabajo se hizo en la excursión de los meses de Septiembre y Octubre de 1906.

### I.—Situación

En la vertiente Sur-Occidental de la Mesa Central de México, se encuentra el descenso rápido que conduce á las tierras bajas de los Estados de Michoacán, México y Guerrero, principiando la parte más inclinada en el camino que conduce al Jorullo, en un lugar denominado San Rafael, antes de pasar por Ario de Rosales, cabecera del Distrito de igual nombre, en el Estado de Michoacán; en la jurisdicción de este Distrito, se halla comprendida la Municipalidad de la Huacana, en la que se encuentran

los terrenos conmovidos y transformados por las erupciones del volcán.

Al N. de la parte más inclinada del camino que conduce á esta región, se atraviesan varios valles estrechos inclinados hacia el S. y SW., y muy pocas cuencas cerradas, como la que se encuentra en el rancho de Camémbaro. Estos valles y cuencas no son representantes de acciones volcánicas, sino por ser partes no ocupadas por las lavas basálticas á igual altura que en los puntos que los rodean. Las corrientes de basalto inundaron la región, dejando partes bajas, los actuales valles, y partes en las que se efectuó una acumulación de ellas; esta configuración ha venido á ser acentuada por la erosión. Quizá alguna de las cuencas sea un antiguo centro de erupción volcánica; pero esto, además de ser difícil de comprobar, no está estudiado.

Para completar el conocimiento de la manera como el terreno va descendiendo en esta región, he formado un perfil del camino con observaciones barométricas é hipsométricas practicadas en la excursión llevada á cabo en los meses de Septiembre y Octubre del próximo pasado año, y tomando como puntos de referencia los siguientes:

Lugares.	Lat. Norte.	Longitud W. de México.	Altura sobre el mar.
—	—	—	—
Pátzcuaro.....	19°30'02''	2°37'54''	2,190 metros.
Santa Clara.....	19°25'29''	2°38'05''	2,380 „
Camémbaro.....	19°20'05''	2°37'00''	2,370 „
San Rafael.....	19°18'09''	2°35'50''	2,375 „
Ario.....	19°12'20''	2°37'10''	1,970 „
Agua Zarca.....	19°05'30''	2°38'30''	1,520 „
Veladero.....	18°58'31''	2°39'10''	728 „

Comparados los elementos geográficos del rancho de El Veladero, con la posición que relativamente á éste ocupa. El Jorullo, resulta para este último: latitud N.  $18^{\circ}51'12''$ ; longitud W. de México,  $2^{\circ}37'13''19$ , y altura sobre el nivel del mar, de 1,320 metros. Estos son los datos de la cima del cráter.

La forma de las vertientes rápidas que hacia esta región limitan la "Mesa Central," se acentúa en lugares muy cercanos á Las Playas, tanto por la forma primitiva de la serranía, como por los efectos de la erosión en un clima húmedo y cálido; así es que estando en Las Playas ó en terrenos que antes pertenecieron á la hacienda de San Pedro Jorullo, se hacen notables hacia el N. los cerros de Agua Zarca y Rancho Nuevo (Picos de El Olvido, El Ortigal y El Ortigalillo), como los puntos más elevados, y de ellos se desprende un gran número de contrafuertes en todas direcciones, cuyo conjunto obedece á una orientación general de ESE. á WNW. Estos contrafuertes tienen sus vertientes muy acentuadas, y casi todos forman crestas muy estrechas cuya amplitud es solamente de unos pocos metros, indicando un trabajo de erosión muy avanzado.

## II.—Descripción topográfica

En la topografía de las regiones volcánicas, han influido siempre los paroxismos, cambiándola más ó menos; y ha sido de preferente atención para quienes han hecho estudios de ellas, la investigación sobre la configuración antes que la acción volcánica las hubiera transformado. En el caso de El Jorullo, quedan bastantes indicaciones de la configuración del terreno antes de la erupción

del 29 de Septiembre de 1759; éstas indicaciones ó restos del terreno preexistente al volcán, son: por el N. (véase el plano) las faldas de la sierra que se encuentran entre Rancho Nuevo y Agua Zarca, siendo de notarse el Cerrito de la Cruz, la loma de Paso Hondo, las lomas de El Guayabo, y al NE. los cerros de la Palma Cuata; por el E. se encuentran el cerro El Sauquito, los cerros de El Bonete, Cuchilla Alta y Perico, y la barranca de El Guaco, formada entre los cerros de Cuchilla Alta, Perico y la Mesa de la Higuera; hacia el S. se hacen notables, desde luego, como terrenos anteriores á la formación del volcán: la Mesa de la Higuera, los cerros Blanco y de Peña Blanca, y los cerritos de Las Pilas de la hacienda de Agua Blanca. En la parte Poniente se encuentran los cerritos de El Veladero y el río de la Playa, que separa esta región de la Sierra de las Canoas, Sierra que se extiende hasta el pueblo de La Huacana. Casi en el centro de la región del Jorullo se encuentra el Cerro Partido, que es anterior á la formación del volcán y que sirve para completar la topografía de aquélla como paso á expresar:

La Mesa de la Higuera se extendía con pendiente casi igual á la que tiene en su porción existente, hasta el lugar que hoy ocupa el cráter principal, con una vertiente hacia el S. que existe y que arroja sus aguas á la barranca y río del Huaco, y la vertiente opuesta, quizá de mayor inclinación, hacia el río de la Playa; esta mesa estaba ligada por su parte NW. al Cerro Partido, extendiéndose después un poco hacia el SW. y WNW. La parte alta de esta mesa fué la que sufrió los mayores trastornos por la aparición del volcán. El Cerro Partido formaba la parte más elevada de una



loma que se extendía con pendiente suave tanto al S. como al W. y NW.; separada por valles de poca importancia de los cerritos de Las Pilas y del Veladero; la vertiente N. de la loma que tenía como cima al Cerro Partido daría sus aguas para el río de la Playa, en tanto que las de la vertiente S. afluirían sus aguas para el río que existía al pie del cerro de Peña Blanca, para unirse después al referido río de la Playa; este último tenía su curso un poco al S. de su posición actual, habiéndolo cambiado por la invasión de las lavas. El río que baja de los cerros de la Palma Cuata (véase el plano) quedó interrumpido en su curso por la formación de un gran dique de lavas y arena volcánicas, viniendo á desembocar actualmente en la Alberca Grande; el arroyo que pasa entre los cerros El Saucito y El Bonete fué igualmente interrumpido y ahora desemboca en la Alberca Chica. Los pequeños arroyos que debieron existir entre La Mesa de la Higuera, el Cerro Partido y los cerritos del SW., desaparecieron, dejando su lugar al Malpaís que hoy lo ocupa. Por último, el arroyo que sigue ahora la barranca de El Guayabal, debe haber tenido su curso menos accidentado y un poco al N. de su posición actual.

En la actualidad, la configuración de la región es de lo más accidentado. En las partes W. y NW., existen los pequeños valles escalonados, formados por las corrientes de lava y conocidos en la localidad por "El Malpaís;" estos escalones principian en el lado Este del camino nacional que pasa por Las Playas y terminan en el rancho del Agua Escondida por el Sur; limitados al Norte por el río de la Playa. En este Malpaís existen los acantilados que limitan y diferencian en el terre-

no los diversos escurrimientos de lava, y pequeñas barrancas que corren de E. á W., que en la escala del plano han desaparecido por su pequeña altura; haciéndose notar solamente la barranca de La Coyotera y la del Guayabal. Un poco al NE. de Agua Escondida, empieza á atravesar el camino por material volcánico fragmentario, indicando esto la proximidad del Volcancito del Sur, y al pasar al Sur de la serie de conos volcánicos del Jorullo se ve la acumulación de bombas, lapilli y arena al N. y al E. el gran Cerro de Peña Blanca, continuando el camino sobre arena suelta hasta pasar á la parte oriental del cráter principal.

La serie de conos volcánicos (véase plano y perfil), está constituida por el "Volcancito Sur" ó de "Agua Escondida," el "Volcancito Intermedio," "El Jorullo," propiamente dicho y el "Volcancito del Norte;" entre "El Intermedio" y "El Jorullo" se encuentra un amontonamiento de arena volcánica que forma una pequeña meseta con un cañón de erosión de poca altura en su cima, y que arroja sus aguas hacia el SSW.; habiéndose producido en él una barranca en cierto modo parecida á las que se ven en los conos destruidos de los Volcancitos; entre El Jorullo y El Volcancito del Norte está el gran amontonamiento de lava del último escurrimiento; descendiendo por el lado NE. de este amontonamiento de lava, se llega á las Albercas cuya altura sobre el nivel del mar es de 1,075 metros; limitadas al E. por las faldas de los cerros de Palma Cuata y al W. por los acantilados de la última corriente de lava y las faldas del Volcancito del Norte.

Hacia el Norte del cráter principal está la última co-



riente de lava que ocupa toda la vertiente Norte del cono principal.

La descripción anterior comprende el terreno volcánico que pertenece á las últimas manifestaciones del volcanismo de la región, y en cuanto al terreno que lo circunda se puede decir que es de dos épocas anteriores y en los que la erosión ha acentuado de manera enérgica los accidentes topográficos.

Haré notar por último, que el cerro de Peña Blanca y el cerro del Veladero, son dos conos volcánicos bien caracterizados, de época anterior al Jorullo y formados de elementos volcánicos fragmentarios, y que el Malpaís más bajo ó sea el situado al Sur y W. es la porción única donde existen restos de los "Hornitos," en los que fué el primero en fijar la atención el barón von Humboldt.

### III.—Formación de "El Jorullo"

#### DESCRIPCIÓN GEOLÓGICA Y PETROGRÁFICA

Todas las descripciones y crónicas escritas acerca de la formación del Jorullo, están de acuerdo en fijar como fecha de su aparición la noche del 28 al 29 de Septiembre de 1759; entre estas descripciones ha sido la más notable la del barón Alejandro von Humboldt, de la que me ocuparé después y de la cual me permitiré tomar la parte cronológica.

Los fenómenos que precedieron al paroxismo se hicieron sentir en la región con dos meses de anticipación, por ruidos subterráneos, pues Humboldt cita éstos como efectuados el 29 de Junio anterior á la manifestación paroxismal; es de juzgarse que durante estos dos meses

los ruidos subterráneos y temblores de tierra se hicieron sentir en la región, como resultantes de la apertura del camino que daría libre salida á los materiales volcánicos.<sup>1</sup>

El 28 de Septiembre (1759) se anunció la proximidad del paroxismo por una lluvia de arena fina (ceniza volcánica?)<sup>2</sup> que debe atribuirse á una acción mecánica de la apertura y despedazamiento del terreno que vendría á ser el sitio de la salida de materiales subyacentes entonces, y no como manifestaciones de la erupción propiamente dicha; porque de ser así, se habrían formado desde luego, conos de materiales fragmentarios y esto, según la observación directa y los relatos recogidos en distintas épocas, no se efectuó.

El alineamiento de los cuatro cráteres que constituyen la serie de volcanes del Jorullo, ha hecho suponer la existencia de una grieta orientada casi de N. á S. como siendo el camino por donde llegara á la superficie el material volcánico; esto significaría que se formó una grieta de erupción, cuyas dimensiones probables serían, de 3½ kilómetros de N. á S., distancia que media entre la falda Sur del Volcancito del Sur y la falda Norte del Volcancito del Norte,<sup>3</sup> con una amplitud muy reducida, por cuya grieta se produjo desde luego el derrame de las lavas hacia la parte Poniente, viniendo á constituirse así el Malpaís que hoy ocupa la mayor ex-

---

1 Ueber die Erscheinungen bei dem Ausbruche des Mexicanischen. Feuerberges von Oberbergrath Burkart, pág. 276.

2 Humboldt. Cosmos IV, págs. 335-336.

3 Burkart, pág. 229. Desde la primera visita uno se convence que las erupciones se han hecho de abajo á arriba y no lateralmente, y que tuvieron lugar por medio de una grieta que tenía el rumbo II, y por consiguiente formando un ángulo casi recto con la línea principal de los volcanes mexicanos.

tensión y el nivel más bajo, ó sea la región donde han existido los hornitos, desmantelados y casi destruidos actualmente. Esta lava vino acompañada de gran cantidad de vapor de agua y gases, los que la hicieron más fluida y por cuya intervención puede explicarse la formación de los hornitos, como diré después. Lo que me hace juzgar que este escurrimiento de lava, fué la primera fase del paroxismo, es que el Malpaís que se originó por él, y que acabó de indicar, se interna por la base de los conos de material fragmentario (lapilli, bombas y arenas) que forman los cráteres, y que si en el volcán principal ó propiamente El Jorullo hay indicaciones de derrames consecutivos, por la superposición de las corrientes lávicas, en todos los demás se ve el Malpaís más bajo, formar una especie de pedestal á estas construcciones volcánicas. No es justamente una grieta orientada casi de N. á S., la que puede explicar el alineamiento de los cuatro cráteres de El Jorullo, pues sería difícil explicar la tectónica de la región, y llegar á la conclusión de una grieta de 3,500 metros de longitud sin ninguna otra indicación de los movimientos que en el terreno hubiera producido semejante apertura. En el lugar no existen, en efecto, indicaciones de movimientos del terreno, y creo más apropiado suponer la apertura de las grietas por donde se efectuó la emisión, como paso á expresar.

La lava proviene de un depósito en la diorita enarcífera, que constituye el subsuelo de la región, siendo este subsuelo la prolongación del terreno que se observa en el cerro de Peña Blanca y la barranca de El Huaco, terreno que estaba ya en parte cubierto por las corrientes de basalto que se ven en la mesa de La Higuera. Para

originar las fuerzas puestas en juego durante este paroxismo basta sin duda admitir, que una gran cantidad de vapor de agua acompañaba á la lava en su depósito profundo, y que por consolidación parcial de ella, quedó libre para ejercer su impulsión en el terreno circunvecino; las fuerzas aplicadas al terreno suprayacentes obrarían entonces de abajo para arriba, tendiendo á producir ya un efecto de levantamiento en la parte central con sus grietas laterales, ó una ó varias chimeneas aisladas y abiertas por refusión de la roca, y esfuerzo de tensión de la lava en estado ígneo y cargada de vapores recalentados.

El caso de un levantamiento de la parte media, en donde mayor presión ejercían los gases, se habría efectuado cuando el terreno presentase cierta elasticidad y fuera de suficiente espesor para contrarrestar, en parte, el efecto súbito de rompimiento. El efecto de agrietamiento del terreno por chimeneas aisladas entre sí, y obedeciendo al mismo esfuerzo, se produciría teniendo un terreno poco elástico y de relativamente poco espesor; esto último creo que es el caso que se observa en El Jorullo. Así, pues, el esfuerzo de impulsión se tradujo desde luego por una chimenea de curso más ó menos divagante, ó por varias chimeneas de curso fijo y relacionado entre sí; este esfuerzo despedazó la diorita que en este estado se mezcló al magma.

Se puede admitir que, como resultado de los esfuerzos de presión de los gases y del vapor de agua, se formaron chimeneas locales y que la que corresponde al Volcancito del Sur fué la de última formación, por haber destruído la falda S. del cono que constituye el Volcancito Intermedio; en cuyos puntos y sobre cada una de las chi-

meneas, vino á constituirse un cono volcánico. Esto es en realidad una hipótesis, cuyos comprobantes hay que buscar con un estudio detallado de la composición química de las emisiones lávicas, con una apreciación de la forma presentada por los conos en la actualidad, cuya forma no puede ser debida únicamente á la erosión; la forma del cráter principal está en favor de esta hipótesis y también la mezcla íntima de la lava con fragmentos de diorita cuarcífera, y la existencia de fragmentos de basalto enclavados en las lavas del cráter principal.

La fluidez de la lava basáltica que constituye el Malpaís, es suficiente para explicar la formación de los hornitos, que son pequeños conos, formados de pedazos de lava embotrados en ceniza que ha tomado una consistencia de marga, y que los cubre casi en capas concéntricas. En efecto, parece ya comprobado que una de las causas de la fluidez de las lavas, es debida, en parte, al vapor de agua recalentado y á los gases que con ella salen mezclados por una grieta ó chimenea, y que estos gases y vapor al desprenderse ó ser expulsados por enfriamiento, pueden producir un fenómeno análogo á lo que los químicos denominan *gallar*.

Esto parece comprobado en el caso del Jorullo, por haber encontrado cerca del borde de la corriente inferior de lava, un apéndice casi vertical (fig. 3) que nace de ella. Este fenómeno fué muy acentuado en la lava de la primera emisión, produciéndose simultáneamente, por enfriamiento rápido, un gran número de montones de rocas lávicas, y la salida violenta de los gases; estas acumulaciones de rocas lávicas vinieron á ser cubiertas por arena y lapilli del paroxismo, juntamente con arenas



húmedas de una lluvia de lodo<sup>1</sup> que en ese tiempo invadió la región. Así se constituyeron los hornitos, y éstos eran los lugares por donde se escapaban los vapores ácidos en que abundaba la lava durante su enfriamiento,<sup>2</sup> cuyos vapores vinieron á completar el aparato tal como el barón Humboldt los encontró en 1803. En la actualidad éstos están casi destruídos, y no se encuentran en sus restos sino muy ligeras indicaciones de las acciones químicas de aquéllos, pero sí se sabe que 44 años después del escurrimiento de las lavas había aún abundantes vapores que de ellos se desprendían. La lluvia anotada en los días de la erupción pudo quizás producir pequeñas explosiones sobre la corriente de lava, que produciría igualmente amontonamientos en corta escala del material enfriado; pero éstos han desaparecido por la actividad de la erosión. En las dos corrientes inferiores de lava es en las únicas en que se encuentran hornitos, indicando la diferencia de fluidez que presentaron las distintas emisiones lávicas del volcán; estando igualmente aparente que en tanto que la primera corriente pudo alejarse del lugar de emisión 4 kilómetros y  $4\frac{1}{2}$  kilómetros, y la segunda un kilómetro 800<sup>m</sup>. y esto sobre un declive de relativa suave pendiente, la última emisión se consolidó sobre una pendiente de 30° á 34°.

Después de la primera emisión de lava debe suponerse que se efectuó la formación de los conos cratéricos que ya he enumerado, formados de gran cantidad de lapilli, bombas y recubiertos posteriormente por arena; hay que notar que en la constitución de estos conos,

---

1 Martín Reynoso. Bol. Soc. Geogr. 2ª época, tomo 2, pág. 561-565.

2 Humboldt. Cosmos. Tomo IV.

no entra para nada el material lávico, y sólo se ve éste como residuo de la que llenó los cráteres ya formados.

Entre estos conos formados exclusivamente de material fragmentario, hay que observar la predominancia del cráter principal ó Jorullo propiamente dicho sobre los demás, siguiendo en importancia, en cuanto á dimensiones, el Volcancito del Norte y por último los conos casi gemelos del Sur, denominados Volcancito Intermedio y Volcancito del Sur. También es de notar que de una manera general la parte rota y destruída de estos cráteres está volteada hacia el W. Esta parte destruída de los conos no puede suponerse que ha sido efecto únicamente de la erosión, pues ésta hubiera obrado, aunque en menor escala, sobre el conjunto de cada uno de ellos, y no hubiera producido la destrucción hasta la base de una sola parte en tanto que las otras porciones de estos conos sólo presentan las estrías características de los conos formados de elementos volcánicos fragmentarios como se ve en las fotografías y dibujos tomados en la región. Esta ruptura de los cráteres hace concebir que por cada uno de ellos hubo emisión de lava, y que ésta rompió los conos para escurrir hacia el W. de la serie de volcanes; con excepción de la última corriente que al romper la parte superior del cráter principal siguió su camino hacia el N.

Resumiendo los fenómenos que constituyen el paroxismo de 1759, podré decir que éstos se efectuaron como sigue:

Hubo una serie de temblores de tierra que provenían del requebrajamiento y movimientos superficiales del terreno al abrirse el camino de salida de material volcánico ó chimenea; después un escurrimiento de lava



por varias chimeneas, acompañado de gran cantidad de vapor de agua y gases sulfurosos, efectuándose después de esta primera emisión de lava la formación de los conos del material fragmentario.<sup>1</sup> En cada uno de los conos quedó subsistente una chimenea por la que se efectuaron los derrames lávicos posteriores, y por último la gran emisión de arena por el cráter principal. Hubo también después de la primera emisión de lava una gran lluvia de cenizas, que unidas al vapor de agua condensada y á las lluvias locales, produjeron el efecto de la lluvia de lodo.

El Jorullo ha producido lavas y elementos fragmentarios de varios caracteres, que por las especies minerales que contienen, hay que juntarlas todas en la familia de los basaltos. Se observan varias corrientes de lava que son todas verdaderos basaltos de plagioclase, en los cuales la cantidad más ó menos grande de vidrio forma diferentes variedades de estructura.

Antes de entrar en la descripción de los basaltos, habrá que dar una idea sobre las rocas preexistentes sobre las que vinieron á escurrir estas lavas, tomando, por lo tanto, como orden para la descripción de rocas su relativa antigüedad, aunque sin fijar de una manera absoluta la edad de cada especie. Por lo tanto habrá que establecer los tipos siguientes:

1. Diorita cuarcífera micácea.
2. Andesita porfírica sausrutizada.
3. Basalto de nephelina.

---

<sup>1</sup> La lava á su salida siguió la línea de mayor pendiente é invadió, por lo tanto, sólo las partes bajas del lomerío de "El Jorullo" ó sea la porción occidental de la región.

4. Basalto de plagioclasa.
5. Material fragmentario anterior al paroxismo último.
6.       "                       "                       del último paroxismo.

#### Rocas holocristalinas

*Diorita.*—Diorita curcifera micácea.<sup>1</sup> Textura granítica de grano medio. Color blanco sucio, un poco rojizo, casi gris claro, poco uniforme.

Con el lente se observa plagioclasa incolora ó blanca, ortoclasa rojiza, biotita parda con lustre metálico, augita verde y cuarzo incoloro. En la lámina se ven las barras de plagioclasa, sin color; la estructura en zonas es rara; interposiciones pocas y sin regla; pequeños poros de gas. En donde se encuentra alteración de la plagioclasa, está en parte cambiada en sustancias zeolíticas de estructura radiada de color blanco sucio. Hay también ortoclasa que se distingue de la plagioclasa no solamente por la falta de las estrías polisintéticas, sino también por su transparencia (Felix y Lenk).

La biotita que reemplaza enteramente á la hornblenda, aparece en láminas pardo-oscuras con lustre metálico, sin forma regular y en pedazos sueltos; como interposiciones hay sólo algunos granos de magnetita.

Pleocroísmo muy vivo entre amarillo claro y pardo oscuro. También se observan cristales de augita.

Fórmula deducida de su composición química según el Profesor A. Osann:

$$s_{67}. \quad a_4. \quad c_{4.5}. \quad f_{11.5}. \quad n_{6.13}. \quad k_{1.3}.$$

correspondiendo á una diorita cuarcífera.

---

<sup>1</sup> La clasificó Sr. Ordóñez como sigue: Mezcla holocristalina hipidiomorfa de ortoclasa (alotrimorfa), oligoclasa (idiomorfa), cuarzo intersticial, mica, biotita, augita y bastita.

*Andesita porfírica*.—Existe en el centro de la región invadida por el material volcánico de las últimas erupciones de El Jorullo, un pequeño cerro, conocido con el nombre de Cerro Partido ó de El Varal, cuya constitución contrasta con la del Malpaís; atestiguando, como queda indicado, su preexistencia á los últimos paroxismos de la localidad. Este cerro se encuentra formado por una porfiritita andesítica alterada (Ordóñez), amigdaloides y brechiformes, con cavidades rellenas de epidota, y en algunos fragmentos mejor conservados se ha podido identificar como sigue: estructura ofítica con ortoclasa, muy poca plagioclasa, magnetita y limonita; la ortoclasa con corrosión magmática y sausriritizada; existen también pequeñas grietas mecánicas.

En este cerro, ó mejor dicho en la roca que forma este cerro se encuentra una veta de cuarzo de 9 á 10<sup>mm</sup>. de potencia con un rumbo de NW. 35° SE. y una inclinación de 35° al W. La roca cerca de la veta está muy alterada, presentando pseudocruceros que no forman ángulo recto, pues están orientados unos de N. 62° E. y otros al S. 22° E.; los primeros con una inclinación de 75° al E. y los últimos con 56° al S. Un fragmento de la veta que se laminó presenta el cuarzo como elemento dominante, con algo de epidota y granos muy pequeños de un sulfuro de plata amorfo no especificado del todo.

#### Rocas hipocrystalinas

*Basalto de nephelina*.—Reunida á las lavas de basalto con plagioclasa, de que hablaré después, caracterizadas por su vidrio, se encuentra una roca hipocrystalina,

(con muy poco vidrio)<sup>1</sup> existiendo ésta en el lado SE. del cono principal y constituyendo la roca dominante en las formaciones del SE., E., NE. y N. del Jorullo; se distingue de las lavas de color oscuro que la rodean por su color gris, su separación en lájas, y por su textura fina y compacta; además, los numerosos cristales de olivino le dan un aspecto porfiroide. Bajo el microscopio se ven en la pasta un grandísimo número de finos cristales de labrador, augita y magnetita, estando el labrador y la magnetita en buenos cristales y la augita, sin color, más granulosa. Los cristales de labrador se ordenan en textura fluidal, el olivino se presenta en cristales alterados algunas veces en sus márgenes, en sustancias clorofélicas. La picotita existe en pequeñas venas, y algunos pedazos de vidrio se juntan algunas veces con poros de gas; éstos se presentan como interposiciones entre los cristales del olivino. Los puntos negros que se ven microscópicamente en la roca son acumulaciones de magnetita, y algunas agujas pequeñas y opacas que representan un producto de la resorción de la anfíbola.

Fórmula para clasificación según el Profesor A. Osann:

$$s_{53.22} \quad a_3 \quad c_4 \quad f_{13} \quad n_{8.6} \quad k_{0.78}$$

(Basalto de nephelina).

*Basalto plagioclasa con mucho vidrio.*—Este tipo se encuentra en las capas de lava que al W. del volcán forman el Malpaís;<sup>2</sup> en los acantilados, cerca de La Playa.

1 Clasificó Sr. Ordóñez como sigue: Basalto, mezcla microlítica de labrador y augita, la augita muy abundante; el poco vidrio que contiene la roca cristaliza por tensión, la estructura fluidal.

2 Clasificó Sr. Ordóñez, como sigue: Basalto con estructura fluidal muy marcada; varillas de plagioclasa fenocristales de augita y olivino, pasta bastante vítrea, en partes color pardo; el fierro muy diseminado en granitos y la pasta vítrea globulítica.

se encuentran las variedades porosa y compacta de este tipo íntimamente reunidas. La variedad compacta tiene un color negro, se observa sin lente mucho olivino en cristales de diferentes tamaños, siendo dominantes los del tamaño de una cabeza de alfiler, teniendo color verde claro y lustre de vidrio; la fractura de estos basaltos es áspera y agria. Bajo el microscopio la pasta es un vidrio amarillo rojizo oscuro, con cristales de augita, plagioclasa, magnetita y olivino en cristales pequeños muy abundantes; estos últimos parecen provenir de una consolidación secundaria, por la regularidad de su forma y por su diferencia con los cristales grandes. Los cristales de olivino están corroídos. La cantidad de vidrio es próximamente igual á la de plagioclasa y augita. El vidrio, muchas veces de color oscuro casi opaco, está enturbiado por nubes de triquitas de vidrio y magnetita esparcidas como polvo; cerca de las varillas de feldespatos tiene la pasta color muy oscuro; las manchas que rodean á la magnetita y augita, tienen un color mucho más claro, porque éstas han sacado el fierro de sus alrededores. Las varillas incoloras tienen una estructura fluidal y polisintética característica de los feldespatos calcosódicos. Como mineral accesorio se encuentra la apatita.

La variedad porosa difiere un poco de la compacta, porque contiene más plagioclasa que augita y vidrio; en la pasta hay pequeños cristales de olivino en gran cantidad, siendo poco abundantes los cristales grandes; cerca de los poros aparece la textura fluidal muy clara. Este basalto plagioclasa del Malpaís, no contiene inclusiones de rocas extrañas.

La misma composición y textura ya indicadas tienen



la roca de las lavas basálticas situadas al pie del cráter pequeño al SW.,<sup>1</sup> roca que es notable por las inclusiones de roca extraña; también tienen la misma composición y textura las rocas que constituyen la extremidad de la corriente que se extienden al S. de La Playa, hacia Agua Blanca y las bombas volcánicas.

En la pared acantilada al E. del cráter, se encuentran algunas capas de lapilli de un color rojo pardo entre restos de lava de la última emisión. Este lapilli tiene el tamaño de una nuez, con la misma composición que la lava; indicando por su forma globular ó redondeada, ser productos directos del volcán y no fragmentos de una roca alterada.

*Ultima corriente.*—En los basaltos de la última emisión las varillas de feldespato presentan la textura fluidal en zonas sinuosas y el vidrio es más abundante, llegando á ser dos terceras partes del total de la pasta, conteniendo cristales rudimentarios de augita y bastante magnetita. Tienen estos basaltos un modo raro de devitrificación, apareciendo el feldespato en láminas delgadas. Todos los demás caracteres son iguales á los de los basaltos de la primera emisión y solamente no hay una segunda consolidación de olivino. La pasta de esta roca está constituida por un vidrio amarillo rojizo claro con cristales de plagioclasa y de piroxena, con muy poca magnetita.

La composición química dió para esta roca la fórmula siguiente:

---

1 La clasificó Sr. Ordóñez, como sigue: Basalto con abundante pasta vítrea finamente devitrificada en globulitos; granos de fierro y microlitas de labrador y augita. Como fenocristales, feldespato, olivino, rara augita, y pedazos de feldespato, probablemente de origen extraño á la roca.

$s_{56.4}$     $a_{2.4}$     $c_{4.2}$     $f_{13.13}$     $n_{8.5}$     $k_{0.95}$ .

que según el Profesor A. Osann corresponde á un basalto plagioclasea del tipo Dardanelos.

La roca lávica rojiza que constituye las márgenes del cráter, se diferencian de la lava de la última erupción, por una textura más granulosa, siendo los elementos los mismos, y estando alterada en algunos lugares por las fumarolas. Esta roca presenta algunas veces el aspecto de una toba.

#### Tobas, arenas y ceniza

Los elementos de estos materiales volcánicos son los mismos que los de las lavas; el olivino se encuentra algunas veces en mayor cantidad. En las tobas están reunidos estos elementos por una pasta vidriosa globular, substancia que se destruye muy pronto por los agentes atmosféricos por lo cual se cambian las tobas en capas arenosas. No se puede en la actualidad hacer una buena distinción entre la arena suelta y la que presenta caracteres de haber pertenecido á una capa de toba; pues se ha destruido en gran parte la diferencia de estructura.

No se ha hecho la distinción entre los materiales fragmentarios anteriores y contemporáneos al último paroxismo, sino para indicar la amplitud de la zona ocupada por los últimos, como se notará en el plano; pues su diferenciación precisa sería sólo en composición química.

En el Volcancito del Sur se ha encontrado por Felix y Lenk un block de lava en el que estaba empotrado un fragmento de basalto.

Analizadas las rocas en el Laboratorio de Química



del Instituto por el Sr. Faustino Roel, se encontraron los resultados que á continuación se expresan y correspondiendo á la siguiente anotación:

Núm. 1.—Basalto que constituye la formación de SE., E., NE. y N. de la región. Núm. 2.—Diorita cuarcífera de la formación Sur de la región. Núm. 3.—Fragmento de bomba del Volcancito Sur ó de Agua Escondida. Núm. 4.—Basalto de la última emisión por el cráter principal (última corriente). Núm. 5.—Enclave de roca diorítica en la lava de la última corriente. Núm. 6.—Basalto de un fragmento de hornito.

*Observaciones.*—El basalto de los hornitos que corresponde á la primera corriente de lava, del paroxismo del año de 1759, tiene 51.57% de  $\text{SiO}_2$ , el basalto del Volcancito del Sur, que es de una corriente intermedia, tiene 52.63% de  $\text{SiO}_2$ , y por último el de la última corriente contiene 52.39% de  $\text{SiO}_2$ ; por lo tanto hubo una corriente ácida, correspondiendo á la emisión de bombas y lapilli entre las primeras manifestaciones del paroxismo y el último escurrimiento de lava.

En cuanto al análisis de los enclaves, se hizo de uno no muy alterado, por presentarse en gran número de estados de alteración por la temperatura de las lavas que los cimentan.

	1	2	3	4	5	6
$\text{SiO}_2$ .....	51.82	62.07	52.63	52.39	70.22	51.57
$\text{Al}_2\text{O}_3$ .....	18.03	16.08	19.95	18.10	15.34	18.74
$\text{Fe}_2\text{O}_3$ .....	75	80	3.26	51	33	2.23
$\text{FeO}$ .....	6.88	4.76	4.26	7.43	2.00	7.27
$\text{MgO}$ .....	7.81	3.34	6.95	7.46	92	7.02
$\text{CaO}$ .....	8.60	5.45	8.31	8.22	2.31	8.58
Al frente.	93.89	92.45	95.36	94.11	91.12	95.41

	1	2	3	4	5	6
Del frente	93.89	92.45	95.36	94.11	91.12	95.41
Na <sub>2</sub> O.....	3.74	3.07	2.80	3.45	2.72	2.95
K <sub>2</sub> O.....	91	2.80	89	86	5.32	84
H <sub>2</sub> O+....	62	55	43	57	13	33
H <sub>2</sub> O—....	21	26	08	10	48	12
TiO <sub>2</sub> .....	1.06	80	1.13	1.36	74	92
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> .....	01	10	.....	.....	14	.....
S.....	02	01	huellas	huellas	huellas (?)	huellas
	100.46	100.04	100.69	100.45	100.65	100.57
D á 22°C.	2.803	2.763	2.699	2.719	2.143	2.812

#### IV.—Los hornitos.—Estado actual del volcán

El notable estudio del sabio Alexander von Humboldt sobre la región del Jorullo debe tomarse como el resumen de lo escrito y anotado antes de él, siendo como es formado por las observaciones personales de este ilustre viajero, y por la recopilación de reseñas é informes que él supo ligar para formarse idea completa de las manifestaciones paroxismales de este volcán; pero es de sentirse en gran manera que su teoría de los “Cráteres de levantamiento,” lo haya conducido á ver en gran número de detalles una comprobación á ésta. No obstante el gran respeto que los escritos del inmortal Humboldt merecen, diré que además de estar ya destruída del todo la teoría de “Cráteres de levantamiento,” yo he encontrado que la parte petrográfica no está debidamente estudiada por él; porque una comparación entre la lava que forma el Malpaís y la roca del terreno vecino, hace comprender que en ninguna época antes del paroxismo de 1759, han estado reunidas sobre el terreno y que la lava ha venido á sobreponerse á la roca de la región, y por consiguiente

no debe ser considerada como una porción de esta última levantada.

En cuanto á las observaciones personales de Humboldt sobre el terreno, debo decir que son de las más cuidadosas y precisas de su época, en gran parte, y sólo es de sentirse que hayan sido aplicadas á una falsa teoría. Poco tiempo después de la expedición al Jorullo de Humboldt se efectuó la de Joseph Burkart, quien confirmó las observaciones del primero; anotando sólo la destrucción y cambio de forma de gran número de hornitos, diciendo además, que ninguno estaba echando vapor y gases en la época de su excursión (1827).

El levantamiento de la región y la formación de los hornitos fué ampliamente discutida por Burkart y Schleiden, quien apoyaba la opinión del Profesor B. Cota. Burkart dice: para mí no ha mostrado El Jorullo en mi visita de 1827, ningún dato en favor de d'Aubuisson y otros; por el contrario, todos fueron de acuerdo con la opinión de Humboldt, por lo cual me inclino á la opinión de éste; pero Schleiden cree que el Malpaís sea la primera corriente de lava de la erupción de 1759.

Respecto á la formación de los hornitos, Schleiden cree ver un efecto de la presión de escurrimiento, y dice:<sup>1</sup>

“El Malpaís es la masa inmensa de la primera corriente de lava del Jorullo que se extendió hacia el SW. en el paroxismo de 1759, seguida esta emisión de lava por las lluvias de cenizas y arena; viniendo después otras tres corrientes de lava.”

El cree que la superficie de la corriente de lava, como

---

1 Ueber die Erscheinungen, etc., pág. 286.

de una escoria rica en óxido de hierro de muy fácil consolidación, lentamente avanzaba en su escurrimiento, y que endureciéndose y rota en blocks fueron éstos levantados por la parte subyacente hasta el momento en que perforó el magma de abajo viscoso á la costra, y subió á la altura de ella. Burkart conoce fenómenos semejantes en escorias de fundiciones, pero se efectúa esto solamente en una costra delgada en relación á la amplitud de la corriente, costra que sería levantada después de su consolidación por la presión del escurrimiento, pero no perforada. Con una masa de lava tan extensa como es necesario suponer, por la formación del Malpaís, no se puede aceptar el mismo procedimiento.

Burkart parece inclinado á admitir la opinión de Humboldt, apoyada por Leopoldo de Buch (*Cosmos*, IV, página 351), quien dice: "Les hornitos ne sont pas de cônes formés par l'amoncellement de matières éruptives; ils ont été soulevés immédiatement du centre du la Terre."

Felix y Lenk creen que son los hornitos un levantamiento simple, debido á grandes burbujas de gas que se desprendían durante el enfriamiento de la lava. Ya he dicho la manera como juzgo este fenómeno, y agregaré que los esferoides basálticos encontrados por Humboldt, aunque no vistos por otros observadores hábiles, pueden haber existido como siendo las primeras rocas sobre las cuales se ejercía la alteración debida á vapores ácidos, que desde luego las hacían perder sus aristas vivas, y después los alterarían progresivamente de la periferia al centro.

El estado actual del volcán puede apreciarse reuniendo á la descripción topográfica ya expresada los siguientes

datos sobre su estado solfatariano: Se encuentran en los bordes y en el interior del cráter principal, algunos desprendimientos de vapor de agua (fumarolas), habiendo podido contar cuatro principales en actividad, y dos extinguidos colocados de la siguiente manera:

Fumarola del Sur, colocada en el interior del cráter con temperatura de.....	147° C.
Fumarola del W. colocada en el borde.....	83°
Fumarola del Este colocada en el borde por donde la última corriente efectuó su derrame.....	96°
Fumarola del Norte, en la parte hundida de la última corriente.....	160°

Las fumarolas extinguidas estuvieron colocadas al S. y E. en el interior del cráter, casi á 70 metros de su profundidad se reconocen los lugares donde estas fumarolas existieron por la alteración sufrida por la roca lávica en estos mismos puntos, en los que la lava se ha cambiado en una roca blanca, ligera, áspera al tacto, algo terrosa, cariada y de aspecto francamente silizoso.

El elemento dominante y casi único en estas fumarolas, es el vapor de agua, y bastante ácido carbónico en la fumarola N. que tiene la mayor temperatura; quizá este vapor de agua estuvo cargado de ácido sulfúrico en otros tiempos, pues se notan depósitos de yeso, principalmente en las paredes E. y SE. del cráter, notables por la abundancia de incrustaciones, en los que como elemento componente domina el sulfato de cal; de estas incrustaciones se hicieron dos análisis en el Laboratorio de Química del Instituto cuyos resultados van anotadas en seguida:

Nº 1.		Nº 2.	
SiO <sub>2</sub> .....	4.72	H <sub>2</sub> á 105°.....	2.96%
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> .....	0.66	H <sub>2</sub> O al rojo....	20.63,,
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> .....	1.37	SO <sub>3</sub> .....	37.08,,
CaO.....	26.32	SiO <sub>2</sub> .....	8.39,,
MgO.....	0.25	Cl.....	0.09,,
K <sub>2</sub> O.....	2.10	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> .....	3.16,,
Na <sub>2</sub> O.....	2.08	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> .....	1.70,,
H <sub>2</sub> O á 105°.....	0.46	CaO.....	24.59,,
H <sub>2</sub> O al rojo....	19.57	MgO.....	huella
SO <sub>3</sub> .....	43.07	K <sub>2</sub> O.....	0.34%
	<hr/>	Na <sub>2</sub> O.....	0.78,,
	100.60		<hr/>
			99.72 %

He adicionado á la anterior descripción del Jorullo, los trabajos de Antonio de Alcedo, M. Orozco y Berra, y el poema de Rafael Landívar; porque el primero contiene lo único que se conoce respecto á la etimología de la palabra Jorullo, el segundo es un resumen de los datos y descripciones que se llegaron á reunir en el Archivo de la Nación, y el tercero, por su originalidad y por ser poco conocido. Creyendo que con este conjunto de trabajos se podrá tener idea cierta de la manifestación paroxismal, tal como debe haberse efectuado y tal como se ha juzgado.

A. VILLAFANA.

### XORULLO<sup>1</sup>

Volcán de la Provincia de Mechoacán en Nueva España, formado el día de San Miguel del año de 1759 en medio de un valle hermoso, fértil y ameno que tenía tres leguas de Oriente á Poniente, y más de ocho

<sup>1</sup> Antonio de Alcedo.



N.-S.; pusieronle los indios este nombre, que en su idioma quiere decir Paraíso; había en él una hacienda muy pingüe de D. Joseph Pimentel, en que se fabricaba mucha porción de azúcar de la mejor calidad que había en todo el Reyno, y no lejos dos pueblos llamados de la Presentación y Aguacana, pero con la erupción del volcán no sólo se arruinó todo, sino que transformó todo el valle de un hermoso aspecto, porque está todo denegrido del continuo fuego, cubierto de deformes peñascos y cenizas, quemados los árboles, llena de grietas y aberturas la tierra, y formado un elevado monte en que está el volcán donde era terreno llano: pasa por su falda un arroyo que antes fertilizaba el valle, y ahora llaman el Salto, porque está tan caliente el agua que así los hombres como los animales lo pasan saltando para no quemarse, siendo paso preciso para las minas de cobre que cerca de allí se trabajan de cuenta de la Real Hacienda: seis meses antes que sucediese esta catástrofe se oían continuamente espantosos ruidos subterráneos, y terremotos que tenían consternada á la gente, que quiso abandonar aquel territorio y que permaneció por las persuasiones del Padre Ignacio Molina, de la extinguida Compañía, solicitando que fuese á este empeño á Xorullo por el dueño referido de la hacienda: como desde que empezaron los terremotos allí cesó la erupción de Colima, sin embargo de que dista más de 70 leguas, se discurre que encontrando la materia impedimento en las entrañas de la tierra para seguir su antiguo curso halló cavidades proporcionadas para reventar en Xorullo: está 8 leguas de la ciudad de Pátzcuaro, capital de la Provincia, aunque de camino son 14 por la aspereza de los montes y rodeos que se dan.



## Volcán del Jorullo

Existe en el Archivo General un expediente en 46 fojas, acerca del aparecimiento de este volcán, con puntuales noticias de los fenómenos que precedieron y por varios días siguieron á la catástrofe. Curioso bajo todos aspectos é interesante para la ciencia, me propongo copiar todo lo que tenga importancia, reuniendo en un artículo los varios documentos de los autos, que aunque algunos han visto la luz pública, ha sido en extractos ó en malas copias.

El 13 de Octubre de 1759, el alcalde mayor de Michoacán, D. Martín de Reinoso Mendoza y Luyando, participó al virrey, marqués de las Amarillas, el suceso acompañando el siguiente diario de observaciones.

“En la jurisdicción de Ario, que es agregado á la alcaldía mayor de Tancítaro, aunque por lo que respecta á los reales tributos de sus pueblos lo están á ésta de Mechoacán, poseía D. José Andrés de Pimentel, vecino y regidor de la ciudad de Pátzcuaro, capital de dicha provincia de Mechoacán, una famosa y valiosa hacienda de hacer azúcar, cría de ganados y labor, nombrada la de Jorullo, la Presentación y otras que les había agregado á sus límites; en ella y sus contornos se empezaron á oír y sentir en fines de Junio del presente año de 59, unos retumbos ó golpes, debajo de la tierra, repetidos, pero sin temblar, los que así por su extraordinario sonido, como por percibirse debajo de la propia situación de la dicha hacienda, causaron mucho pavor á toda la gente que allí habitaba, el que fué creciendo en los efectos, á correspondencia de que se fueron aumentando en número y en entidad los espantosos ruidos subterráneos,

con el agregado de temblores de tierra, que aunque no principiaron muy fuertes, lo llegaron á ser luego que entró Septiembre, con lo que acabó de atemorizarse el crecido número de operarios de dicha hacienda, y comenzaron á desampararla, subiéndose á habitar en los montes inmediatos.”

“Es de notar y admirar, que esta fuga de la gente no nacía tanto del horrible aumento de los predichos rumores subterráneos y temblores, cuanto de una voz vaga que entre ella misma se esparció, afirmando que el día de San Miguel se había de acabar Jorullo, sin que de este agüero les hubiese podido desvelar persona alguna, ni menos investigar el origen de semejante voz.”

“El 17 de dicho mes de Septiembre, á las nueve de la mañana, en el propio recinto y situación de la dicha hacienda, se oyó un formidable rumor y estruendo, que de instante á instante se repetía, pareciendo que tiraban una andana de cañones en el centro de la tierra, dando ésta horribles brinco y bramidos, que consternaron toda la gente; y despavorida ocurrió á encomendarse á Dios y pedirle misericordia á la capilla de la hacienda, en la que no pudieron aguantar y salieron corriendo para guarecerse en los montes, de aquel furioso tremendo asalto, con el que se puso el día funesto: se cuarteó la capilla, se descuadernó la teja de su techo y hubo otras varias averías y demostraciones de terremoto que continuó sin cesación.”

“Con este motivo resolvió el administrador de la hacienda, solicitar pasase á ella el Padre Isidoro Molina, de la Compañía de Jesús en el Colegio de la ciudad de Pátzcuaro, á celebrar misas de rogación y hacer otros actos de penitencia y clamor para aplacar la ira divina.”

“El día 20 de dicho, llegó á la hacienda el referido P. Molina, y el 21 comenzó un novenario de misas á Nuestra Señora, y al mismo tiempo empezó á practicar misión y á confesar la gente, y durante el tiempo de estos espirituales ejercicios, nunca cesó la tierra de temblar y bramar, hasta el 27 que pausó algún tanto; pero sin embargo, siempre se temía la ruina, que según el vulgar pronóstico, les amenazaba el día de San Miguel, de que nacía, que conforme salían de misa y de los sermones, se subía la gente á los alojamientos que tenía en los montes.”

“Llegó el 29 del dicho Septiembre, día de San Miguel, y á las tres de la mañana, á distancia de un cuarto de legua de las casas de la hacienda, por la parte que declina del Oriente al Sur, en una cañada que se llama Cuitinga, reventó una muy negra y densa humareda que se fué elevando á la esfera, habiendo precedido á ello tres ó cuatro muy recios temblores, y á poco espacio de haber exhalado este humo, comenzó á oírse un tempestuoso y horrible ruido, y consiguientemente á mirarse salir llamas de fuego, que en globos brotaba con gran violencia para lo alto, envueltos en la misma humareda, que salía cada instante más gruesa y denegrida, lo que visto por dicho P. Molina, administrador y gente, despavoridos todos ocurrieron á oír misa en la capilla, en la que habiendo comulgado muchas personas, durante ello comenzó á llover agua revuelta con tierra; de manera que cuando la gente salió, se hallaba el suelo cubierto con mucho lodo, y los techos muy cargados de lo mismo, el hemisferio con una parda extraña obscuración, y la reventazón ya tan gruesa y tronitosa, que causaba fuerte pavor y espanto, con mucho hedor á azufre.”

“Visto lo referido por el administrador, se puso á caballo y acompañado del mayordomo y algunos otros, fueron á ver el volcán, pero el que de ellos más se acercó fué el dicho administrador; no anduvo la cuarta parte de la distancia que hay de la hacienda al volcán, volviéndose por los grandes brincos y bufidos de los caballos, por estar ya el camino borrado, y por la mucha y pesada tierra que les había caído encima, y por lo que se aumentaba el humo, el hedor á azufre, la obscuridad y el estruendo, quedando de sus resultas en el todo desamparada la hacienda.”

“En el citado día 29 cargó tanto la lluvia de agua, arena y lodo, que echó abajo todas las oficinas y trocó la hacienda de su amenidad, suntuosidad y mucho valor, en un lamentable espectáculo, ascendiendo su pérdida, según el administrador y muchos inteligentes, á 150,000 pesos, siendo la mayor lástima las hambres y desnudeces que ha padecido la pobre gente operaria que la servía. pues todo lo más malograron y perdieron con ruina, y la compunción que causa ver los animales como bueyes, mulas, caballos, etc., vagueando por los cerros sin hallar una rama que comer, y muriéndose parte de ellos aislados, sin poderlos sacar de las playas, por mediar la dificultad de muchas crecientes de aguas, entre médanos de arena: y sobre todo, la ninguna esperanza que promete no sólo de quedar las tierras habitables, pero aun imposibilitadas de transitar por el antiguo camino real que por allí pasaba para las minas de cobre, costa de Acapulco y demás poblaciones de aquella banda: además de los estragos de este día, ha proseguido con los siguientes:”

“El citado día 29 y el siguiente 30, estuvo el volcán

despidiendo, sin parar un minuto, un formidable borbollón de arena, fuego y truenos: el 1.º de Octubre reventó un río de agua sumamente espesa y hecha lodo, por el pie de un cerro que está detrás del volcán, á la parte del Sur, en tanta cantidad que impidió el paso al camino que hasta allí podía transitarse; este mismo día despidió un nuevo borbollón de arena, tan caliente, que en donde caía quemaba, y ésta no se elevó arriba sino sobre la tierra y para abajo, siguiendo las corrientes del arroyo que se llaman Cuitinga, que corría para Poniente, el cual tapó totalmente, habiendo corrido las arenas ó rescoldo, distancia de un cuarto de legua; abortando en dicha distancia, y á trecho, tres bocas, no de fuego, sino de vapor, despidiendo céspedes de lodo á lo alto.”

“El 2 de dicho Octubre se aumentaron estos efectos en sumo grado, y con especialidad el borbollón del volcán de fuego, cuyo curso siguió el día 3, y en él se extendió la lluvia de arena con abundancia, hasta la otra citada hacienda de la Presentación, anexa á la de Jorullo, y sita á distancia de dos leguas para el Poniente, la que entre el referido día y el siguiente 4, se inundó en sumo grado de tierras y la perdió enteramente, por haber cubierto sus cañaverales en un todo la dicha arena, cuyo efecto fué de resultas de un furioso temblor, que acaeció el citado día 2 por la noche.”

“El 5 y el 6 de dicho Octubre, se ha acabado de aniquilar la predicha hacienda de la Presentación, y al mismo tiempo se despobló el pueblo de indios de la Guacana, cabecera del curato de este Partido, que dista como media legua de dicha hacienda sobre el Poniente, cuyo cura salió huyendo á pie tras de todo el pueblo que iba puesto en fuga á tomar los altos inmediatos,



y hoy se halla dicho cura en el cerro de Cuarallo, con la mayor parte de sus indios, en el puerto nombrado Tamácuaro, adonde llevaron y tienen todas las imágenes de su iglesia.”

“Esta fuga no la ocasionó tanto la continua lluvia de agua y arena y demás sucedido, como una horrible creciente que hizo el río que baja de Jorullo, y pasa entre dicho pueblo y la Presentación, siendo esto dimanado no sólo de la lluvia del cielo; sino del aborto de manantiales que se soltaron de todos los cerros que circundan aquel paraje; con lo que se mantiene el río tan lleno y espeso, que no sólo causa espanto verlo, sino que habiendo terraplenado su antigua y honda caja, conduce sus corrientes alternativamente donde hallan destino las aguas, haciendo éstas muchos estragos en cañaverales y sementeras de maíz.”

“Témese, según crece la furia de dicho volcán, y por los efectos que en este corto tiempo ha hecho, que todos aquellos valles de Jorullo, la Presentación y el pueblo de la Guacana, queden hechos, como casi lo están, una unida laguna, así por la continua lluvia de arena que no cesa y cae envuelta en agua, y sobre ella que ha emparejado los arroyos y cañadas, como por la abundancia de aguas que de continuo están brotando todos los cerros circunvecinos, creciendo por instantes, que parecen ríos caudalosos, y aun á veces parte de ellos y con prontitud quedan secos.”

“Todos estos movimientos han estado mirando, é investigando el dicho P. Molina, el administrador, mayor-domos y toda la gente que ha bajado á fin de sacar y escapar todo lo manual, y que se ha podido del menaje de la hacienda y también parte de los víveres que había

en las bodegas, cuyas entradas han hecho á modo de invasión, con inmenso trabajo, miedos y sobresaltos, y á veces les precisó salir huyendo de las casas por los continuos temblores, tempestades y obscuración que desde el día de San Miguel no han cesado sobre la hacienda y todos sus valles, cuyo furor se puede inferir á vista de haberse ya sabido que las arenas esparcidas del volcán han trascendido veinte leguas en contorno.”

“El 8 de Octubre acaeció otra novedad, que fué haber arrojado el volcán de fuego un espeso aguacero de piedras que se esparcieron hasta media legua distante de su boca, las cuales posteriormente reconocidas, se hallaron muy fofas y como requemadas ó fritas.”

“Hasta hoy, dicho día 8 de Octubre, se mantienen en pie las casas de la hacienda y la capilla, por ser todo nuevo y de fortísimos fundamentos de arquerías y estribos de cantería, mediante lo que han podido hasta ahora sostener en parte los embates y lluvias de arena, lodo y piedras, sin embargo de que se reconocen cuarteadas, vencidos y hondos sus suelos y manando en agua todo, con insufrible hedor de marisco.”

“Todo lo hasta aquí referido, es lo sucedido hasta el citado día 8 de Octubre; si hubiera algunas novedades en lo venidero, igualmente que éstas, se participarán al señor Alcalde Mayor de la provincia de Mechoacán, mediante el especial encargo que para ello ha hecho, en cuyo desempeño se le remite con estas noticias un dibujo ó diseño del modo en que hoy subsiste y se reconoce el volcán, etc.”

Se acompañó, en efecto, y existe el prometido dibujo, pintado de negro y rojo con poco tino y sirviendo apenas para formar idea aproximada del objeto. Median las



órdenes expedidas á las autoridades para que suministren cuantas noticias sepan acerca del volcán, y sigue otro diario de lo acaecido.

“D. Manuel Román Sáyago, administrador general de las haciendas de Jorullo, Presentación, San Pedro y demás anexas, sitas en la jurisdicción de Ario y su Partido; en cumplimiento de la orden que por la carta requisitoria que antecede, y V., el Sr. teniente coronel D. Marín de Reinosa Mendoza y Luyando, caballero del orden de Calatrava, teniente de capitán general, y alcalde mayor por S. M. de las ciudades y provincia de Michoacán, con el agregado de Jazo y Theremendo, se ha servido intimarme sobre la verídica, diaria y puntual narrativa de los efectos del consabido volcán del Jorullo, y de las resultas que con sus materias hubieran acaecido en sus recintos y poblaciones circunvecinas, del estado del pueblo de la Guacana, y demás que le previene le informe específicamente, para pasar su noticia á la del Excelentísimo Señor Virrey de este reino, de cuya superioridad dimanó dicha orden, digo: que por lo que hace á los terremotos, estruendos subterráneos y extraordinarios estrépitos que en tres meses consecutivos precedieron á su reventazón; las ruinas que ha verificado su rompimiento el día 29 de Septiembre, á las tres de la mañana, en distancia de un cuarto de legua de la situación de la hacienda, en rumbos de Oriente y Sur y en la cañada de Cuitinga, se vieron ya patentes y en términos lamentables, hasta las nueve del citado día; los aumentos que recrecieron y estragos que sucedieron con el formidable aborto de sus fogosos exhalamientos, multitud de arenas, piedras y agua, así llovida de la elevada nube, como arrojada de las entrañas de la tierra, la creciente de los arroyos, la

pérdida de los caminos y la total destrucción de todo el recinto del expresado Jorullo, y la que se verificó de la hacienda de la Presentación y pueblo de la Guacana el día sábado 6 de Octubre; la lamentable fuga de los respectivos moradores, su penoso alojamiento en el cerro de Cuarallo y puerto de Tamácuaro, la expulsión de piedras fundidas y porosas, y todo lo demás acontecido y visto en gemebundo estado hasta el día 8 del dicho Octubre, en que terminé la primera relación, la que tengo por bastante hasta aquél término, y por no necesaria su reproducción, por estar ya pasado por vd. á noticia de S. E., y sólo sí exponer los efectos que ha progresado desde el citado día 8 hasta la fecha de ésta, y son en la forma siguiente:”

“El martes 9 de dicho, desde las cuatro de la tarde hasta la madrugada del miércoles 10, se alternaron muy espantosos bramidos y seis recios temblores, y este día 10 amaneció todo el hemisferio que circunda el término de tres leguas, muy cubierto, obscuro y lluvioso de arena envuelta en agua, cargando más copia para los rumbos de Norte y Poniente, en los cuales hizo general destrozo de encinos y pinares, quebrando la ramazón de todos, y abatiendo enteros muchos por el suelo; y este mismo día se extendió la lluvia de arenas hasta la hacienda de Santa Efigenia, de beneficio de hacer azúcar, perteneciente á D. Tomás Mauricio Valoys, vecino de Pátzcuaro, que dista de Jorullo como cuatro leguas en la inmediación de dichos vientos, y la consternó en mucho riesgo de arruinar las casas y abatir los cañaverales: también desde este día tomó corriente en despedir gran cantidad de piedras envueltas en la nube, y algunas del tamaño del cuerpo de un buey, que después

de despedirlas con el ímpetu de una bala, caían en el recinto de su boca, y las más medianas y chicas, como las elevaba más, se descolgaba en mayor distancia, en tanta copia, que desunidas en la nube, parecían (de día) parvada de cuervos, y de noche un pejugal de estrellas. Jueves 11 causó el mismo estrago de montañas, hasta las cercanías de las haciendas de caña, nombradas el Nombre de Dios y Puruarán viejo, que ambas están contiguas y en distancia de cuatro leguas de la de Jorullo, por la parte oriental, por haber cambiado directamente su nebuloso globo hacia aquella parte, descargando su mayor fuerza en una serranía llamada Cucha (que está interpuesta entre dicho Puruarán y el citado Jorullo), y formando tan horroroso combate desde la boca del volcán á la cima de la serranía, que en su modo, según los rayos, centellas y otros flamantes tiros que correspondientemente se disparaban de una y otra parte, parecía una batalla y bombardería de dos fuertes ejércitos enemigos, con cuyo rumor, y según el pavor que este nuevo batallón causó en dichas haciendas, casi se despoblaron de gente; sucediendo lo mismo en las minas de cobre de Inguarán, que están como cinco leguas del citado volcán al Sur, aunque después se han ido restituyendo los operarios de unas y otras partes, á solicitud de los mandones.”

“Viernes 12, á la una del día, á distancia como de seiscientas varas de la boca principal, por toda la cañada abajo para el Poniente, se rompió otra boca por la cual arrojó á la esfera una nueva y espesa nube de vapor, y una tan gran borborada de agua caliente, que formó una creciente muy soberbia, la cual duró como dos horas, y luego cerró la boca y se acabó la agua. Sábado 13 y

domingo 14 se mantuvo en su vigor y fuerza la obscuración en todo aquel recinto, de modo que impidió el llegar á la hacienda (como intenté) con número de gente, á efecto de sacar la Santísima Imagen de Ntra. Sra. de Guadalupe, que como tutelar y patrona estaba colocada en el lugar superior del colateral y altar mayor de la capilla, lo cual no se pudo conseguir hasta el lunes 15 que amaneció la nube cargada al Oriente, y despejada de ella la hacienda; y habiendo dado lugar, aunque siempre aterrorizando á la gente la tronitosa boca, se sacó la soberana efigie ilesa, y con su marco entero por haberlo resguardado la cortina con que estaba cubierta, pero los demás retablos se hallaron extinguidos, y el colateral perdido y desdorado por el remojo en que estuvo con las continuas goteras que manaron por el artesón, en todos aquellos días antecedentes, á causa de haberlo descuadrado los pretéritos terremotos, y hallarse sumamente cargado de arena en su cubierta; y habiendo sacado la expresada imagen de nuestra Sacratísima Madre, y bajado las campanas de la torre, no sabré explicar el universal sentimiento y llanto de más de ciento cincuenta personas que me acompañaban, de la gente operaria, hombres y mujeres, mayormente cuando en hombros y á pie, en forma de procesión, y con acelerados pasos (porque se iba volteando la nube sobre las casas) comenzamos á caminar, cantando la salve, para afuera, en vía del cerro de Cuarallo, siendo lo más tierno del lance, la piadosa consideración de este paso, al ver fugitivo de aquel horrible símbolo infernal, el divino simulacro de la poderosa Emperatriz y Madre amantísima, que tantos años estuvo patrocinando aquel país: llegamos á Cuarallo, y dejándola allí, vamos á lo que sigue: El martes 16 amaneció el volcán, con

la diferencia de echar sus arenas ya secas, y al aparecer más gruesas; el fuego más opulento y los manantiales de agua, secos, la esfera de color más pajizo, aunque muy entoldada y desplegando continua arena, en cuyo término, y sin pausar su rumor, se mantuvo el miércoles, jueves, viernes y sábado 20; en los cuales y toda la semana siguiente, hasta el sábado 27, no tuvo otra especialidad en su curso, y sólo sí el haber levantado algunos vientos, los cuales, alternados y conduciendo las arenas secas que estuvo arrojando el volcán, cubrieron los pastos de toda la hacienda de ganado mayor nombrada San Pedro, anexa á Jorullo, y distante, entre Sur y Poniente, como cuatro leguas; llegando este perjuicio á los cerros de las minas, sus faldas, llanos y estalajes, y demás tierras de dicha hacienda; á la de Oropeo, que está ocho leguas más al Poniente, y á la de Guadalupe, que está más retirada por el mismo lado, dejando todo el ganado empellándose, sin tener que pastar, ni aun ramajos, por estar los árboles y varales destruidos, y con las hojas llenas de arena, sin agua que beber, porque en todo este tiempo ha corrido infecta de materias sulfúreas y espesa de arenas; sucediendo lo mismo en Zicuirán, Cunguripo, Guatzirán y otras estancias de ganado mayor, que tienen distintos dueños por la parte occidental, á distancia de diez y doce leguas."

"En el término de esta semana bajó el cura de Guacana y todos los indios de este Pueblo, á sacar los vasos sagrados, ornamentos, colaterales y demás menajes de eclesiásticos, y los de dicho cura, para mudarse á Churumuco, distante como quince leguas al Sur y de la misma feligresía, lo cual se ejecutó por no haber quedado el más leve fundamento de poder habitar en el



citado pueblo de la Guacana, ni sus términos, por lo que ya sacaron de allí todos sus bienes, muebles, ganados y demás, así de cofradías como de comunidad. No sabré decir si todos los indios se han congregado á Churumuco; pero sí asegurar que el cura y parte de ellos han hecho mansiones en el expresado pueblo, y ha quedado ya eriazo el de la Guacana, caído del techo de su iglesia y todo él arruinado. Es de advertir, lo primero, que hasta este día, sábado 27, no ha pausado un solo minuto el volcán en la explosión de sus ígnitas materias, ni en su tempestuoso ruido, ni menos en el aborto de su borbollón de arena, y sólo sí ha extinguido sus manantiales de agua, pues ya no ha habido creciente ninguna, antes, por lo contrario, la agua que corría natural y antigua por los arroyos de la hacienda, va muy esquilma por la cima de las playas, porque la antigua caja de ellos no se percibe dónde estaba; y lo segundo, que por el mismo caso de la continua confusión del enunciado volcán, los indios de Guacana, su cura y demás moradores, hicieron con inmenso trabajo el recogimiento de bienes y menajes para su transporte, por el incesante llover de arena seca y opacidad de aquel país, padeciendo de los ojos y sin poder hacer de comer, ni aun en el más abrigado rincón, por la penetración de la tierra.”

“El domingo 28 amaneció el volcán con la nube delgada y á manera de humo ceniciento, de modo que iluminada del sol, blanqueaba como capullo de algodón, y el ruido de su boca con otra diferencia, cual fué, que de trechos á trechos, en el día y la noche, daba un tronido á manera de un cañonazo, y al darlo salía con ímpetu veloz una gran borborada de sólo piedras, sin pau-

sar el continuo rumor, á veces al modo de que hace un fuelle de fragua, y á veces como el de un mortero de almadanetas; y las llamas de fuego elevadas en tanto grado, que estando en bajío la boca, iluminaba de noche los montes hasta distancia de doce leguas. En este modo, y sin otra novedad, se mantuvo hasta el jueves 1.<sup>o</sup> de Noviembre, en cuyos días sólo hubo el descanso de haberse dejado ver el sol por los cuatro vientos; pero el viernes 2 ya volvió á condensarse el hemisferio, por haberse engrosado desde ayer la nube y vuelto á su primer estado; y desde este día hasta el sábado 2, y siguientes hasta el miércoles 7, se mantuvo sin novedad favorable: este día 7 bajó el capellán de la hacienda de Nombre de Dios, Fr. D. José de Arriaga, en compañía del administrador de ella, y habiendo llegado al sitio de las casas, aunque con graves temores, quiso dicho capellán exorcizar el volcán; lo que no ejecutó allí á causa de haberles hecho salir huyendo apresurados, un nuevo, tempestuoso y formidable ruido de dicha boca; y habiéndose retirado otra media legua más, la exorcizó desde un alto con el conjuro de tempestades. Jueves 8 amaneció más furioso. Viernes 9 obscureció con mucho mayor extremo que los anteriores todos los países circunvecinos, y tuvo todo el valle de Urecho en notable obscuración, aun distando del volcán como diez leguas, entre Poniente y Norte, por haber descargado para aquel país la mayor parte de la denegrida nebulosidad; de que infero se habrán ingerido de arenas los pastos y cañaverales, de todas ó algunas de las haciendas de trapiche, que están situadas en aquel valle, y se hallarán sus moradores en temerosa confusión por estarlo así todas las demás comarcanas vecindades, á causa de las nuevas



furias y repetición de temblores; mezclándose algunos aguaceros, con huracanes y muchos rayos y truenos, que en los países circunferentes se han alternado en estos cuatro días de viernes, sábado, domingo y lunes 12. Hoy martes 13 bajé á hacer nueva inspección ocular á Jorullo, á fin de reconocer si ha corrido el betún ó lava que manda S. E. se le noticie en particular, y lo que he hallado es, que todas las aguas antiguas de la hacienda, que como tengo dicho corren por encima de las playas arenosas, van muy delgadas y serenas, y en algunas partes muy cristalinas, y del grueso de un dedo, con cuya claridad se percibe en el asiento un betún blanco, á modo de cal desleída, tirante á amarillo, y delgado como un pliego de papel de estraza, y por las orillas de este betún se trasparenta un viso nacarado y grasiento, que pretendido arrollar con el dedo de la mano, se deshace ó incorpora luego en el agua; por manera que no pude recoger nada de dicho betún, como pretendí, y sólo recogí las arenillas que me parecieron estar más infectas de él tomándolas de la nata superficial, de las cuales, como en cantidad de una libra, hago remisión á vd., Señor Alcalde Mayor, para que siendo de su agrado, mande hacer inspección de dicho betún, que no dudo que echándole agua á esta arena, y asentándola, lo expelerá; para que de este modo, y pasando noticia al señor excelentísimo, quede satisfecho en su superior y especial pregunta, pues ni yo tengo conocimientos de dicha lava, ni ha habido persona que me diga qué materia sea; pero sea la especie que fuere, no corre otra cosa que lo que llevo dicho.”

“Hasta aquí termina el diario relativo de lo ya visto y observado, en el nunca bien ponderado volcán, y efec-

tos que ha causado, hasta hoy mártes 13 del presente, y para concluir sólo diré otras particularidades por las cláusulas siguientes."

"La primera, el no haber roto en lo alto de algún cerro, como se ha verificado en los demás volcanes que se ven en este reino, sino en lo más hondo y plano de la cañada de Cuitinga, estando ésta oriunda al pie del elevado cerro de Cucha. La segunda, la diferencia de rumores que ha disparado desde el día de su reventazón á esta parte, y con especialidad cuando ha engrosado más su nube, que entonces ha formado varias tormentas en la esfera arrojando repetidos rayos, centellas, exhalaciones y otros tiros de fuego. La tercera, haber arrojado tanta y tan innumerable porción de piedras hechas ascua, de modo que en el recinto de su boca ha formado un brocal, pretil ó círculo, que ya pasa su altura de trescientas varas, y sobrepuja los demás que están á los lados de la cañada, la que totalmente ha llenado y desfigurado. Y la cuarta, que en tanto estrago y ruinas que se han padecido, no ha peligrado, por Divina Providencia, persona ninguna, y sólo sí haberse desperdigado y andar vagueando todos los operarios, y demás moradores que habitaban Jorullo, Presentación, la Guacana y demás parajes de su territorio, descarriados por varias partes, donde de muchos se ignora el rumbo. Todo lo cual, con las circunstancias referidas, yo, dicho administrador con la personal asistencia, que impelido de la obligación de mi cargo he tenido en dichas haciendas, lo he visto, observado, trajinado y entendido, por lo que el diseño de este diario es y lo afirmo por cierto, y en toda la pura, neta y sincera verdad, como que soy y he sido el más inmediato testigo de vista, en todo lo

que llevo especificado en esta relación, que es fecha en esta labor de Cuarallo, en trece días del mes de Noviembre de mil setecientos cincuenta y nueve años.—*Manuel Román Sáyago.*”

Hasta aquí lo interesante del expediente, que si bien contiene una carta del cura de la Guacana, es ya inútil para nuestro propósito, por no añadir noticia alguna á las comunicadas en los diarios anteriores.

El aparecimiento del Jorullo es uno de los fenómenos más sorprendentes de los verificados en nuestro país; recuerda el Monte-Novo de Nápoles, y llama la atención de los sabios del mundo. El barón de Humboldt, en su Ensayo Político, muestra su admiración hablando del volcán, y se expresa diciendo:—“Los que fueron testigos de esta gran catástrofe, desde las colinas de Agua-Zarca, aseguran que vieron salir llamas en un espacio de más de media legua cuadrada: que muchos pedazos de pedascos candentes fueron lanzados á alturas prodigiosas, y que al través de una nube espesa de cenizas, iluminada por el fuego volcánico, y semejante al mar agitado, vieron cómo se fué hinchando la costra reblandecida de la tierra. Entonces los ríos de Cuitimba y de San Pedro se sumieron precipitados en las grietas inflamadas. La descomposición del agua contribuía á avivar las llamas que se veían desde Pátzcuaro, ciudad situada sobre una mesa muy ancha y á 1,400 metros sobre las playas del Jorullo. Este volcán está siempre encendido, y ha arrojado al lado Norte una inmensa cantidad de lava escoriosa y basáltica, que contiene fragmentos de rocas primitivas. Las grandes erupciones del volcán central continuaron hasta el mes de Febrero de 1760, y en los años siguientes fueron ya muy raras.”

El volcán apareció en lo más bajo de la cañada de Cuitinga, los materiales que arrojó llenaron la cañada y aglomerándose en seguida alrededor de la boca, se elevaron hasta formar una altura considerable. La tierra se abolló formando vejigas hasta de 180 metros de elevación; las arenas cubrieron los pastos y quemaron los árboles, y las cenizas cayeron hasta cincuenta y siete leguas en línea recta del cráter. Todavía está en actividad: bajando hoy en dirección de Ario por las colinas de Agua-Zarca, para las playas, se distingue el cono del Jorullo, elevado 1,578 pies sobre los planes que lo rodean, arrojando humo en diferentes columnas; al pie, una boca menos despide también humo, y alrededor, ocupando el terreno denominado el Malpaís, se distinguen millaradas de pequeños conos de dos á tres metros de altura, y muchos de los cuales exhalan un vapor espeso y se conocen con el nombre de hornitos.

Jorullo está situado en el departamento de Pátzcuaro, Estado de Michoacán, á los 19°9' de latitud Norte, y 2°26'18" de longitud occidental de México, á distancia de treinta y seis leguas del Océano. No ha tenido ninguna nueva erupción; algunas veces aviva la llama, arroja mayor cantidad de humo, y se sienten recios temblores que se le atribuyen. El país es triste y está desolado; las cenizas, llevadas á lo lejos, abocaron la tierra y contribuyeron á dar fertilidad á una gran extensión de territorio. Los arroyos de Cuitinga y de San Pedro, que al principio desaparecieron tragados en las hendeduras, reaparecieron luego como fuentes termales, y en 1803 su temperatura era de 65°,8. No ha arrojado lava más de una sola vez.—M. O. y B.

## RUSTICATIONIS MEXICANÆ

LIBER SECUNDUS

## XORULUS

Nunc quoque Xoruli<sup>1</sup> Volcania regna canendo  
Persequar, & nigras montis penetrabo cavernas,  
Qui mala tot populis, clademque minatus acerbam  
Divite florentes populavit germine campos,  
Flammarumque globos, & ruptis saxa caminis  
Impatiens vomuit, gelida formidine gentes  
Concutiens, postrema orbis quasi fata pararet.

Nam quamvis animum delectent floribus horti,  
Claraque fertilibus labentia flumina pratis;  
Sunt tamen interdum, vigili quos horrida visu  
Aspectare juvat longe, & reputare tuendo.

Tu, Pomona ferax, montis perpessa furorem,  
Et levibus tetri Vulcani exusta favillis,  
Dicito, quas campis usit Xorulus aristas;  
Quas nigro densas spoliavit robore sylvas;  
Quisve furens armis bellum commisit Olympo,  
Horrida nocturnis præbens spectaculus flammis;  
Omnia quippe gravem referunt ambusta ruinam,

Vallis erat veteri Xoruli nomine dicta  
Undique diffusos late porrecta per agros  
Melligenis cannis, armentisque apta ferendis;  
Plurima cui pingues humectant flumina campos,  
Ac multo taciti distinguunt subere luci.  
Hæc partim cannis ascripserat arva colonus,

---

1 Mons ignivomus Provincia Michoacanensis.

Mollia quæ centum dives findebat aratris;  
Innumeris partim gregibus tribuebat alendis.  
Roscida nectareo implentur cellaria mello,  
Canaque fctilibus conflantur sacchara formis.  
Lanigeras nullum pecudes capiebat ovile;  
Sed sylvis passim, campisque errabat apertis  
Turpe pecus, vigilum turba comitante Molossûm,  
Quam pastor circûm baculo sylvestris agebat.  
His armenta boum, leviumque colonus equorum  
Junxit, qui ridens carpebant æquore gramen,  
Aut luco placidi captabant frigus opacum.

Ne tamen agricolam subeant fastidia campi,  
Provida chortales auxit fortuna volucres,  
Quæ mites fossum rucreent, animique vigorem  
Ingenio reparent blando, pressumque malignis  
Curis perfundant tacitâ dulcedine pectus.  
Hinc Anatum numerosa cohors, hinc garrulus Anser;  
Et Gallina suæ custos fidissima prolis  
Vastam complebant cortem; quos pone sequentes  
Assiduo teneri pipiebant murmure pulli.  
Hos inter pictus, volucris Junonia, Pavo  
Tempora sydereo graditur diademate cinctus,  
Gemmatâ gaudens nunc terram verrere caudâ,  
Nunc sursum pictæ setellata volumina tollens  
Ferre gradum tumidus vano splendore colorum,  
E lente varios se se versare per orbes.  
Quin etiam celeres, Cythereia turba columbæ  
Æthera per liquidum celsa de turre ruebant  
Alternos formare globos, rapidoque volatu  
In gyrum duci, pennisque obducero Solem.  
Cum vero e campis consueta ad tecta redirent,  
Atria vasta domus, ceu nubes densa, tegebant,



Quæ que sibi, pullisque dapes lectura tenellis,  
Mollia qui lautæ fierent obsonia mensæ.  
Eminet hæc inter clari domus alta coloni  
Antiqua constructa manu, cultuque superba,  
Præ foribus magrâ famulorum adstrante catervâ.  
Hanc prope surgebant parvi penetralia templi,  
Quod pietas olim multo lustraverat auro.  
Assiduoque frequens populus sacravit honore.

His fallax opibus gnavum fortuna colonum  
Auxerat, & gratâ tranquillum pace bearat,  
Cum subito senior, genti non cognitus ante,  
Lutea quem vestis, crudusque tegebat armictus,  
Canâ spectandus barbâ, venerandus & cro,  
Sistitur & mœstis miscens suspiria verbis,  
Tempus erit, dixit, quo non crudelius ullum,  
Septenos postquam Phœbe compleverit orbis,  
Autumnusque nigras æquarit lucibus umbras;  
Cum vulcanus edax isthæc impune per arva  
Sæva furet, vallisque cadet consumpta favillis.  
Ignea per campos volvi saxa, horrida saxa,  
Et longo mersum Xorulum funere cerno.  
Dixit: & agricolas trepidos, ac multa parantes  
Quærere longævus gressus properante reliquit.

Hæc vero miseri pavido dum corde volutant  
Indigenæ, servantque imis infixæ medullis,  
Extemplo pennata volans per rura, per urbes  
Turbida fama ruit tantæ prænuncia cladis:  
Scilicet excidium Xorulo instare tremendum;  
Nec lætas illic segetes, armenta, domosque,  
Nec glebas hominis doctos versare futuros:  
Omnia quin potius flammis peritura propinquis.  
Continuo turbati omnes, ac lethifer horror

Offa quatit, gelidoque rigent in corpora venæ.  
Tunc subito properare domo, simul arva tumultu  
Deserere, & sylvas ardent habitare remotas.  
Qualis ubi Jonas Ninive præsagus in ampla  
Ultricem Regi cecinit, populoque ruinam;  
Tunc trepidare omnes, magnusque ululatus ad auras  
Pallidaque anticipi tenuari membra timore:  
Haud secus agricolûm venturi conscia casus  
Turba timet, magnaue omnes formidine pallent.

Nuncius interea domini perstrinxerat aures  
Rumor, & in vulgus volitans infausta serebat,  
Attonitis subito cladis terrore futuræ  
Agricolis armenta boum, pecudesque relinqui.  
Advolat ille citus, violentisque ocyor Euris  
Accurrens valli, pavidis sic voce profatur:  
Quæ vos, o miseri, quæ vos dementia cepit,  
Ignoti vanis tantum concedere dictis,  
Ut gazas, & rura patrum patriosque penates  
Et quidquid vobis majorum cura paravit,  
Omnia præcipites cursu mittatis inertî?  
Hic vigor, hæc virtus animi, pectusque virile?  
Ah! pudeat trepidare viros, pudeatq; trementes  
Femineo fugisse metu flaventia culta.  
His mulcebat herus nutantia pectora verbis,  
Ignotique viri spernenda oracla monebat.

Jamque pavor sensim lassos dimiserat artus,  
Cum subito mugire solum, rauoque fragore  
Horrendum procul auditæ resonare cavernæ.  
Æcuore quin etiam tranquillo assueta labori  
Nocte, dieque tonant sonitu concussa tremendo.  
Ut solet interdum nubes densata vapore  
Fervidus æquoreis quam Titan extulit undis,

Purpureas vibrare faces, atque ignibus uri,  
Terrificunque ciens cœlo tenebrosa fragorem  
Æthera permiscet, campos, montesque tumultu:  
Non aliter pinguis nigrantia viscera vallis  
Inferno passim resonant turbata boatu.  
His rursus concussi animi, noctesque diesque  
Horrida venturæ reputant præsagia cladis.

Utque proquinquavit Libræ Sol areus altæ,  
Extemplo vallis visa est trepidare profunda,  
Et nemus, excelsæq; domus, templumq; moveri,  
Parvaque terribili nutare mapalia motu.  
Sub pedibus qua terra patet quassata vacillat,  
Nec titubante gradu potis est consistere planta:  
Genua labant, penitusque fugit vestigia tellus.  
Tunc stridere trabes tecti, penetralia scindi,  
In preceps volvi trepido magalia casu.  
Quin etiam solido constructum marmore templum  
Attoli visum sursum tellure tumente.  
Interea Solem nubes obduxerat atra,  
Incubat & tristi suspecta malacia cœlo,  
Infandamque viris portendunt omnia cladem.

Attonitis primum torpebant verba palato,  
Luminaque obtuto terror defixerat uno.  
Sed tremulas magno voces agitante dolore,  
Dant gemitum, mæstisque omnes clamoribus auras  
Complent, & caros humectant fletibus agros.  
Pars lacrymans fatum incusat, pars poplite flexe  
Imbelles tendit supplex ad sydera palmas,  
Parsque onerat Superûm sacris altaria votis.  
Quos tremula affatur pavidos sic voce Sacerdos:  
Quid juvat ignavos longo indulgere dolori,  
Et caput interea tanto objectare periculo?

Muturare fugam, campisque excedere præstat.  
Oh! fugiamus, ait, fugiamus funera: cælum  
Permittit, suadetque fugam: fugiamus, amici:  
Sic decet his monitos mortem vitare minantem.  
Dixit: & ante alios per apricæ devia vallis  
Carpit inter, terranque celer vix signat cundo.  
Cætere turba ducem pedibus fectatur anhelum,  
Et rapido velox cursu jam cominus urget  
Fomineis vastos complens ululatibus agros.  
Sic gazas, sic illa domos, sic arva relinquit.  
Ceū quondam græcæ tenebrosa volumina flammæ  
Dardanidæ fugere citi, perque avia caros  
Deseruere lares, patriamque, & Troia regna,  
Labentis patriæ transfixi corda dolore.

Jamque procul miseris Xoruli abscesserat arvis  
Extremum gaudens populus vitasse periculum,  
Cum nova turbatis Vulcanus monstra minatur.  
Tempus erat, quo clara suos Latonia currus  
Æthereas emensa plagas declivis agebat;  
Quin tamen interea roseos Aurora jugales  
Annueret rapido seğnis submittere plaustro,  
Cum subito tollus horrendo rupta fragore  
Evomit Ætnæas furibunda ad sydera flammæ,  
Ingentesque globos cinerum, piceasque favillas,  
Obscura densans totum caligine cælum.  
Flammea saxa volant rutilis decocta caminis  
Et crebro tellus casu tremefacta dehiscit.

His autem pubes rursus conterrita monstris  
Longius ire parat, tutaque in sede locari,  
Nullus ubi terræ convellat mœnia motus,  
Nec rutilis bacchans Vulcanus sæviat armis.  
Namque flagrans intus rabidi vesania campi

Vicinas magnis urgebat motibus arces,  
 Totque furens tædas vasto vibrabat hiatu,  
 Ut magno celsas superarent nubes,  
 Putpureâque urbes imperent luce remotas.<sup>1</sup>  
 Quin etiam cineres liquidum per inane volantes  
 Disjunctos populos<sup>2</sup> passim pressere timore.  
 Tot vero interea flammataë fragmina rupis  
 Impatiens ructat monstris fæcunda vorago,  
 Ut saxum saxis, ac rupes rupibus addens  
 Ingentem mediis montem<sup>3</sup> glomeravit agris.

Una tamen cunctis cum non satis esset abyssus,  
 Quatuor hanc circum, sectis compagibus, ora  
 Ardenti Vulcanus edax torrente recludit,  
 Horrendum pecori, gentique auctura periculum:  
 Quæ postquam lapidum densus præclusit acervus,  
 Desuper & flavas ignis congessit arenas,  
 Indomitum tellus uno vomit ore furorem.  
 Non ita limphatus bacchatur Vesvius igne,  
 Pathenopem facibus terret cum proximus urbem;  
 Horrida nec tantis Siculos quatit Ætna ruinis,  
 Cum ferrum dura tractant incude Cyclopes,  
 Aut motu Enceladi Trinacria tota vacillat.

Decolor hinc tabes sylvas obduxerat atras,  
 Nigrantesque diu quercus, altæque cupressus  
 Lurida tendebant exutæ brachia fronde.  
 Gramina marcescunt pratis, & mellea dona  
 Nectareum combusta solo fudere liquorem.

---

1 Urbes Pastquaro 40 milliaria a Xorulo dissita ejus flammis tota illumina-  
 batur.

2 In urbe Querétaro centum quinquaginta milliaria a Xorulo remota cine-  
 ris quotidie in chortibus colligebat cives.

3 Congesta saxa montem in medio vallis efformant altitudines ad millia-  
 ria tria.

Igne pecus pavidum, fortisque ad aratra juvenca  
Occidit, aut lethum fugit per aperta viarum.  
Insuper egregii sedes antiqua coloni  
Prona cadit, magnamque trahit labefacta ruinam.  
Templaque jam pridem cultu decorata superbo  
Impete lapsa ruunt, casuque per æquora circum  
Contremuit tellus, montesque dederat fragorem.  
Undique mors instat, pavor undique, & undique terror.

Permeat hic etiam lucos, & lustra ferarum  
Turbatas cogens densis excedere regnis.  
Quæque fugit sylvas, obscuroque antra recessu,  
Ac veteris prorsus jam nunc oblita furoris  
Oppida, ceu saltus olim, cicurata frequentat.  
Sic Lec, sic atrox Ursus, sic prava Lycisca,<sup>1</sup>  
Sic præceps animi, ac mitescere nescia Tigris,  
Et quicquid latebris lucus concludit opacis,  
Præsidium quærunt hominum per tecta gemendo.  
Ceu cum postremus mundi post tempora finis  
Concutiet terrore feras; hominesque trementes  
Motibus insolitis, flammisque vorantibus orbem  
Tuta in speluncis atris habitacula quærent,  
Inque vicem vacuas errabunt bruta per urbes:  
Haud secus exterret vallem Vulcania pestis.

Ast ubi compositus tenuavit Mulciber ignes,  
Terraque paulatim motu lassata quievit,  
En nova Xoruli vertex portenta minatur  
Disjunctis latura metum, mortemque propinquis.  
Plurima pastorum sedato turba timore  
In patrios mærens sensim remoaverat agros,  
Dispersumque pecus campis revehevat apertis,

---

1 Fera bec ab Indis Coyote appellatur.



Ardua cum montis volat fastigia nubes  
Horrida sulphureo, nigroque coacta vapore.  
Exiguo primum scintillat lumine nimbus,  
Arrectas ullus sonitus quin verberet aures.  
Sed vires fulgor paulatim nactus cundo  
Horrendum extemplo tonitrum cum fulmine misit,  
Concussique gravi fremuerunt murmure colles,  
Ingeminat nubes ictus, & fulgura passim  
Purpureis accensa rogis per nubila densa,  
Perque agros lucent; totidem mittuntur ab alto  
Ardentes longum, cœlo reboante, fagitæ,  
Elisæque cadunt sonitu per jugera flammæ;  
Nec potis est ullus tædas numerare trifuleas.  
Tam crebris udus late micat ignibus æther!  
Tot nigrans torquet lethalia spicula nimbus!  
Scinditur in partes jaculata e nobibus Ornus,  
Præcipitesque cadunt ingenti murmure Cedri.  
Hinc subitâ innumeræ muletantur morte bidentes,  
Et montana pavens tremulo fulgore juveneus.  
Ire parat, spargitque amplis pecuaria sylvis.  
Hæc nova Xoruli grassattur valle quotannis,  
Omnia quæ tristi replet vicinia luctu,  
Pernicies infausta gregi, pecorisque magistris.  
Sic rabie bacchans semper Xorulus iniquâ  
Aut flammis campos replet, aut ferit oppida telis.

Quin etiam gelidas montis vesania limphas  
Confundit, nimioque urget violenta calore.  
Vitreus amnis erat clivo delapsus ab alto  
Aspera diffungies levibus per saxa fluentis,  
Cultaque ductilibus perfundens aquore rivis.  
Hic gelido teneras spargebat flumine plantas,  
Arentesque greges magno recreabat in æstu.

At postquam tetras abruptit flamma cavernas,  
Terraque montanis arsit Xorulia tœdis,  
Igneus undantem descendit fervor in amnem,  
Fluminaque ante golu pecori jucunda petulco  
In calidas abeunt fumanti gurgite limphas.  
Nec praeceps quisquam pedibus tranaverit amnem,  
Amissâ quin pelle luat temerarius ausum.  
Ut tamen ad medium properat Sol igneus orbem,  
Unda prius fervens æstum tepefacta remittit.  
Ut solet in Libycis Cyrenes limpidus agris  
Fons undantis aquæ mediâ fervere nocte,  
Et contra rutilo Solis fervore rigere:<sup>1</sup>  
Haud secus ardentes amnis Xorulius undas  
Præpes agit, Phæbique dein ardore tepescit.  
Accedunt nec parva tamen solatia tantis  
Excidiis; sua nam campis sua gratia major.  
Vallis enim primum nimio ferventior æsu,  
Replevit posquam Xorulus cuncta ruinis,  
Graminaque infensus maculavit cæde cruentâ,  
Nec Libico enervat languentia membra calore,  
Frigore nec Scytico torpent ad munia palmæ;  
Aere sed gaudent populus, pecudesque benigno.  
Sic lætos quamquam spoliavit germine campos,  
Terraque per lustrum nullis fuit apta serendis  
Fructibus; at vero ex illo tot tempore fætus,  
Antiquum ut vincat præsentia commoda damnum.  
His ego dum modulis conabar fallere curas  
Ad vaga per campos properantis flumina Reni,

---

1 On dit, que la Cyrenaique en a une (fontaine) qui est froide le jour, & chaude la nuit, Cette fontaine me fait souvenir de celle de Jupiter Ammon-selon Lucrèce elle étoit froide le jour, & chaude la nuit.

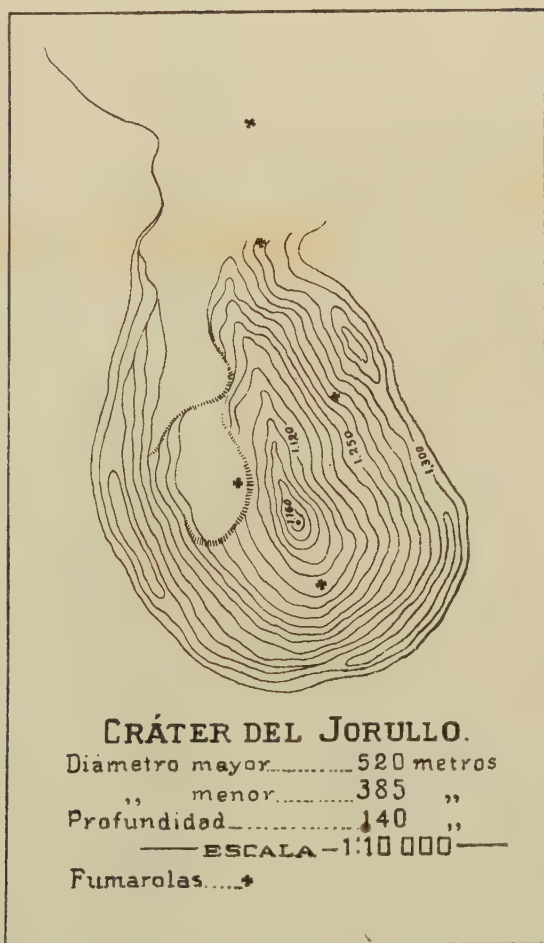
Regnauld tom 2. Entretien XII.

Extemplo stridere trabes, reboare cavatæ  
Ima domûs, nutare solum, tectumque moveri;  
Et quæ firma diu multos stetit una per annos,  
Ex imo verti nunc vifa Bononia fundo.  
Corda pavent, gelidosque quatit tremor horridus artus.  
Excessere omnes domibus, consistere contra  
Nec possunt, totâ passim discurritur urbe.  
Actus enim rabidâ livoris tabe Vesevus,  
Postquam Parthenopem toties concusserat urben,  
Ac flavas toties consupsit sævus aristas,  
Nostras stare arces, turresque, urbemque dolebat.  
Hinc sensim tenues per subterranea regna  
Vestigans aditus, inferna callidus arte,  
Sulphuræ tandem pressit vestigia venæ,  
Felsineam donec licuit penetrare cavernam.  
Contigit ut vero convexum Mulciber antrum,  
Continuò nitrum, sulphurque, atrumque bitumen  
Subjectis ussit facibus: Vulcanus habenis  
Immissis sævit, crassisque vaporibus antri  
Aera densatum violento ardore relaxat.  
Protinus in gyrum laxatus volvitur aer  
Hinc atque hinc: quærit qua tellus secta dehiscat  
Irrequietus amans angusto carcere solvi.  
Mox contracta furens ingenti murmure rumpit  
Vincula, concutiens superam conamine molem,  
Æthereum donec fusus contingat inane,  
Et liber, pæcepsque ruat per prata, per undas  
Non secus atque olim (si fas est credere dictis)  
Infensus populis, flammisque Colima<sup>2</sup> superbus

---

2 Colima mons etiam ignivomus septuaginta circiter milliaria à Xorulo  
dissitus ignes suos extinxisse dicitur.











### EL JORULLO.

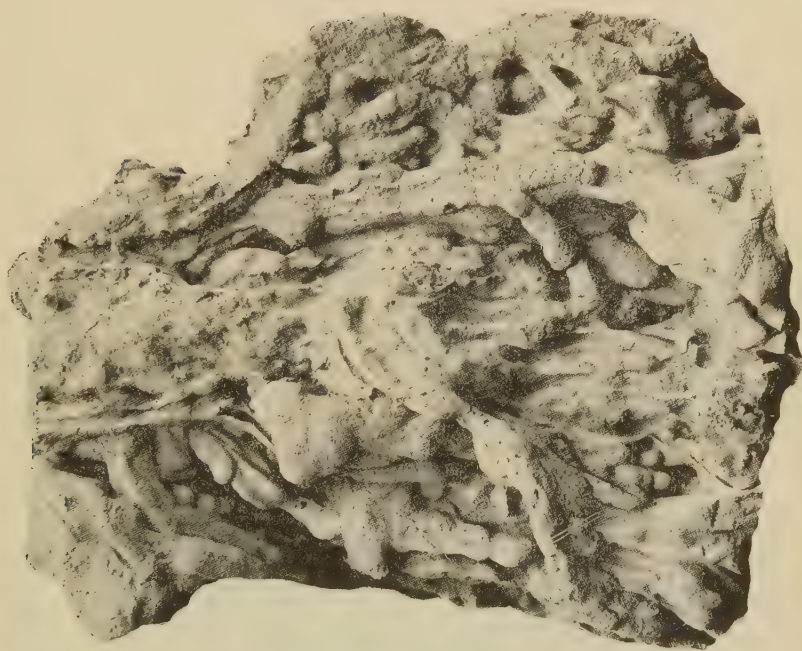
Dibujo tomado de una fotografía desde "La Playa de Guadalupe." (A. Villafañá).  
*a, c, e y f*, conos volcánicos, *b*, última corriente de lava y *d* acumulación de arena.





Fig. 3. Penacho de lava en la orilla Sur del Malpaís (primera corriente de lava).





Gotas de lodo del Malpaís del Jorullo.





Chorro de lava.



*Pahoehoe* del Jorullo.



PARERGONES

DEL

INSTITUTO GEOLOGICO DE MEXICO

**TOMO II.—NUMEROS 4, 5 Y 6**



INSTITUTO GEOLOGICO DE MEXICO

---

DIRECTOR: JOSÉ G. AGUILERA

---

EL

# TEMBLOR DEL 14 DE ABRIL DE 1907

POR EL DR.

EMILIO BÖSE

É INGENIEROS

A. VILLAFAÑA Y J. GARCIA Y GARCIA

(Láminas XIII á LV)



MEXICO

IMPRESA Y FOTOTIPIA DE LA SECRETARIA DE FOMENTO.

CALLEJON DE BETLEMITAS NUMERO 8.

---

1908



---

## EL TEMBLOR DEL 14 DE ABRIL DE 1907

Por el Dr. Emilio Böse é Ingenieros A. Villafaña y J. García y García

---

(LAMINAS XIII A LV)

---

### PREFACIO

El 22 de Abril de 1907 el Instituto Geológico de México, por encargo de la Secretaría de Fomento, comisionó á los que firmamos el presente informe, para hacer un estudio del temblor acontecido el 14 de Abril.

Salimos de México el día 24 de dicho mes para ir primero á Chilpancingo; de allí fuimos juntos á visitar Tixtla y Chilapa, en cuyo lugar nos separamos, yendo el Sr. Böse acompañado del Sr. Carbajal, Fotógrafo del Instituto Geológico, á Tlapa y de Tlapa á Ayutla por Ometepepec; mientras que los Sres. Villafaña y García hicieron el viaje de Chilapa para Acapulco por Providencia y de allí por S. Marcos, visitando Chacalapa, á Ayutla; desde cuyo lugar la Comisión regresó por Tecuanapa, Chilpancingo é Iguala á México. Se eligió este camino porque comprende toda la zona donde el efecto del temblor, según los telegramas, fué más fuerte; de modo que nos ofreció la oportunidad de recoger todos los datos necesarios en el terreno mismo y oír los relatos de las personas que pudieron hacer observaciones durante el temblor.



En todo el viaje recibimos el apoyo y la ayuda más eficaz de las autoridades del Estado; especialmente del sentido Sr. Manuel Guillén, Gobernador del Estado; damos muy atentamente las gracias á los señores Prefectos Políticos Perfecto Albarrán, Francisco Bordon, Vital Escamilla, Coronel Manuel García, Miguel Guillén, Alberto Jiménez, Cástulo Salazar y Librado Suástegui; á los Sres. Cleto Trujillo, Presidente del Ayuntamiento de Acapulco, Jorge Calvo, Jefe de la Oficina Telegráfica de Ayutla y á los HH. miembros de los Ayuntamientos de Ayutla y Tixtla.

Para obtener suficientes observaciones de instrumentos, tuvimos que dirigirnos á diferentes Directores de Observatorios Seismológicos del extranjero. El Sr. Profesor Andrew Lawson, de Berkeley, Cal., tuvo la bondad de procurarnos varios registros de los seismógrafos de los Estados Unidos del Norte; el Sr. Prof. Dr. H. Credner, de Leipzig, nos hizo el favor de obtener para nosotros los registros de los seismógrafos más importantes de Alemania.

El Sr. Ing. Adolf Faidiga, de Trieste, tuvo la bondad de enviar una circular á 93 estaciones seismológicas en diferentes partes del mundo, recomendando que se nos mandaran los datos instrumentales sobre el temblor del 14 de Abril, y á esta circular debimos la mayoría de nuestros datos. Los Sres. Prof. Arthur Schuster, de Manchester y John Milne, de Shide, nos procuraron datos de Inglaterra, Canadá y España. A todos estos señores así como á los señores Directores de los diferentes Observatorios que nos mandaron sus datos hacemos manifiesta nuestra sincera gratitud.

En la disposición de nuestro trabajo hemos seguido

en parte la que adoptó Adolf Faidiga en su estudio sobre el temblor de Sinj, por ser este uno de los más completos; solamente hemos hecho ciertos cambios por la diferencia de condiciones y por tener sólo datos relativamente incompletos.

La terminación del informe se ha atrasado algo por la demora necesaria en la recepción de los datos instrumentales de Europa y Asia; además en Septiembre de 1907 se separó el Sr. Villafaña del Instituto Geológico y en Diciembre el Sr. García; el suscrito tuvo que hacer una expedición á Oaxaca durante los meses de Septiembre, Octubre y Noviembre; así fué que la redacción definitiva no pudo terminarse antes de fines de Febrero próximo pasado.

México, Marzo de 1908.—*Dr. Emilio Böse.*

---



---

## TOPOGRAFIA

---

La topografía del Estado de Guerrero es hasta hoy conocida sólo en sus grandes rasgos fisionómicos de una manera general, sin detalles precisos, y cuando éstos existen, son demasiado locales. La llamada Sierra Madre del Sur no ha sido limitada en manera alguna en su extensión y el conocimiento completo de ella se hace más difícil con las subdivisiones locales que se le han hecho, denominándolas: Sierra de Coyuca, Sierra de Cajones, Sierra del Campanario, etc., etc., estando cada una de estas últimas sin limitación precisa.

Geográfica y geológicamente la sierra, que ocupa en casi toda su extensión el Estado, está ligada con la Sierra Madre Occidental, y separadas entre sí por el valle de erosión del Balsas. Así es que, la zona comprendida entre este río y la costa, constituye una gran parte de lo que se conoce como Sierra Madre del Sur. Para bajar de la Mesa Central, que como es sabido está limitada hacia el Sur por la Sierra, se siguen los descensos más ó menos rápidos que principian en el Ajusco y van á terminar en el Río Balsas, encontrándose en este descenso algunas serranías subordinadas en cuanto á la configuración del conjunto. Otro de los descensos fuertes que ilustran mucho la configuración, es

el que se ve bajando del Nevado de Toluca al Balsas, por el camino de Temascaltepec, Tejupilco, Bejucos, Cutzamala y Pungarabato. Por esto se ha establecido que las vertientes del Sur de la Mesa Central desde Puebla hasta Michoacán, van á morir al lecho del Atoyac, Mezcala ó Balsas, que estos tres nombres lleva el río.

Los principales tributarios de este último, que nacen en estas vertientes, son: ríos Atenango, Cuetzalá, Ascala, Xalitla, Colorado, Polintla, Cutzamala, de Tacámbaro, de Huetamo, del Marqués y gran número de barrancas y arroyos.

Hacia el N. del río Mezcala están sólo los Distritos de Alarcón, Aldama, Hidalgo y una parte del de Alvarez, estando el resto del Estado situado al Sur del río referido. La parte recorrida en la expedición que motivó este informe y que fué la más sacudida por el temblor comprende una gran porción de los Distritos de Bravos, Tabares, Alvarez, Guerrero, Zaragoza, Abasco y Allende. De esta parte del Estado tenemos buenos datos para expresar la topografía, pero la parte oriental que comprende los Distritos de la Unión, Galeana y Mina, nos es completamente desconocida, pues los datos que sobre el particular hemos consultado, son confusos é inutilizables.

Los tributarios del Balsas por el Sur, son: ríos Mixtecas, Tlapaneco ó de Tlapa, de Atliztac, Barranca del Zopilote, arroyos de Coatecomatlán, Tecomapa, ríos de Jimotla y Truchas, Zirándaro, San Jerónimo y Cofradía.

Como caracteres fisionómicos generales podemos decir que el terreno se levanta rápidamente desde la costa, dejando una faja muy angosta cerca del mar

sin accidentes topográficos. Los ríos salen con alguna frecuencia de cañones acantilados, para desembocar al mar, á lagunas de la costa ó á esteros, así que la planicie de las costas es bastante estrecha; pero se puede decir que en la porción del terreno entre los contrafuertes abruptos del Sur y la playa, hay una serie de lomeríos bajos, que subordinados á los primeros, vienen á terminar en la costa, habiendo casos en que se hunden en el mar sin dejar lugar á la playa y formando costas acantiladas. El punto más notable á este respecto se encuentra en Acapulco y sus cercanías, siendo las sierritas que terminan en la bahía, las que dividen la costa del Oriente ó Costa Chica de la Costa Occidental ó Costa Grande. Son más angostos los valles de la costa hacia el N.W. que hacia el S.E., indicando esto un primer dato para establecer que la sierra no es paralela á la costa, y no lo es porque la línea de las cimas está hacia el Este del Estado con un rumbo claro de E. á W., inclinándose después hacia el Sur hasta las cimas de las Tetas de Coyuca, para voltearse luego hacia el N.W.; en tanto que la costa toda tiene una dirección general N.W.-S.E. La línea divisoria entre las aguas que van al Balsas y las que bajan al Pacífico por diferentes ríos del Sur tiene casi las mismas inflexiones y rumbos que la línea de las cimas.

Respecto á la hidrografía se tienen mejores datos que con relación á la distribución de las montañas del Estado, por ser los valles de los principales ríos más visitados por viajeros que han descrito sus excursiones, en tanto que las partes altas son muy poco visitadas y mucho menos descritas. Además del Río Balsas y



sus confluentes, que ya se mencionaron, tenemos las vertientes del Sur que bajan al Pacífico, en las que se encuentran los siguientes ríos: río de Santa Catarina, que cuenta con varios afluentes y como principal entre ellos el Quetzala, los ríos de la Palizada, Copala, Nexpa, San Marcos, La Estancia, Papagayo, Organos, Coyuca, Atoyac, Tecpan, San Luis, Coyuquilla, San Jerónimo y Pantla; viniendo á continuación la desembocadura del Balsas en la barra de Zacatula.

Entrando en detalles, será conveniente indicar lo que hasta hoy se ha hecho sobre el particular, describiendo los caminos recorridos con algún cuidado: siendo los datos más completos y de más precisión los del corte topográfico y geológico de Acapulco á Veracruz; en las notas de la última expedición se encuentran buenos datos, aunque no de precisión, del camino entre Iguala y Acapulco, lo mismo que de los caminos entre Chilpancingo y los pueblos del Este del Estado. Hacia el Norte hay datos de la Compañía del F. C. Central que llega al Balsas.

Los valles y barrancas atravesados por los ríos, que por el N. afluyen al Balsas, así como los cerros relativamente altos y abruptos, forman uno de los lugares cuya topografía es de lo más variada. El cañón atravesado por el ferrocarril, cerca de la estación de Iguala, con acantilados de 200 y 300 m., indica lo que debe encontrarse más al Sur en donde la erosión ha acentuado los accidentes del terreno. Cada serranía entre dos valles está acompañada de su línea divisoria de aguas, cuya orientación general es hacia el S. en esta región. Para abrir el camino nacional se aprovecharon en gran parte los cañones alargados y los valles de de-



pósitos torrenciales como se ve en el valle de Sabana Grande y en el cañón que se sigue desde Tonalapa hasta llegar al río de Xalitla; lo mismo se ve en el camino que conduce á Chilpancingo al atravesar la barranca del Zopilote.

Hacia el Sur y después de dejar la faja estrecha de terreno costero, se encuentran crestas monótonas, alternando con barrancas y valles profundos debidos, en su mayoría, á la erosión. Después se diferencia la porción E. de la parte central del Estado, porque hacia el E. las crestas dejan su lugar á mesas más ó menos amplias que alternan con barrancas profundas con acantilados casi verticales que llegan á tener más de 500 m. de desnivel. Cuando llegan éstas á tener una altura mayor de 500 m. hay varias series de acantilados á sus lados como graderías, y cuando es menor su profundidad se ven sus paredes cortadas á pico. Las mesetas tienen altitudes muy variadas, presentándose escalonadas hasta las cercanías de Atliztac, en donde se comienzan á encontrar las mayores alturas de esta región. Después se encuentra el ascenso que conduce á valles amplios del nacimiento del Balsas.

En la porción central son más enérgicos los accidentes y la serranía llega á mayores alturas. Las crestas de la parte meridional siguen ascendiendo y sólo se ven como partes bajas los ríos de Omitlán y Papagayo, que se reunen un poco al Sur de Tierra Colorada, para desembocar á la laguna del Papagayo.

## GEOLOGIA

El conocimiento de las condiciones geológicas del Estado es todavía muy limitado. Un corte de Acapulco á Veracruz en 1:50,000 levantado por los Sres. J. G. Aguilera, E. Böse y E. Ordóñez, nos ha dado una idea sobre la tectónica de la región central del Estado; algunas noticias por J. G. Aguilera se encuentran en el Bol. d. Inst. Geol. de México, núms. 4-6, pág. 61, otras en un artículo de Ordóñez;<sup>1</sup> además utilizamos las observaciones hechas en un viaje por E. Angermann y E. Böse que atravesaron en 1902 la sierra desde Atoyac, cerca de S. Jerónimo, en la Costa Grande hasta Chilpancingo, así como las observaciones hechas en el viaje para el estudio del temblor del 14 de Abril.

En el corte mencionado arriba, se ve que la tectónica del Estado es sumamente complicada, y como de la mayor parte de la región tenemos únicamente nociones generales basadas en itinerarios hechos en viajes más ó menos rápidos, debemos limitarnos aquí á dar una idea general de la constitución geológica.

Bastante clara y bien definida es la distribución de las rocas arcaicas, comprendiendo entre éstas al gneiss con pocas micapizarras, así como las masas intrusivas de granito y diorita. Estas rocas forman una faja bastante ancha en el Este que se angosta bastante hacia el W. donde se encuentran (de S. Jerónimo en adelante) rocas efusivas modernas, en su mayoría probablemente andesitas; cubren estas últimas la parte

---

<sup>1</sup> Ordóñez. Un voyage à la Sierra Madre del Sur. (Mem. Soc. Ant. Alzate t. XIV, pág. 159-73, México 1899-1900.)

septentrional de las primeras. En el centro del Estado sobre las rocas arcaicas se encuentran pizarras y conglomerados de edad desconocida, que están cubiertas por calizas del Cretáceo medio; aislados afloramientos de estas pizarras y calizas se encuentran también dentro de la parte septentrional de la faja de las rocas arcaicas (Cerro del Peregrino, cerros cerca de Cocula). El límite septentrional de la zona arcaica se puede, pues, fijar más ó menos por los puntos siguientes: Chilistlahuaca (altura 733 m.), Barranca Honda (alt. 500 m.) cerca de El Bejuco al E. de Dos Caminos, Dos Caminos (alt. 674 metros), ladera septentrional de las Tetas de Coyuca (cerca de 3,000 m.) y cerca del Rancho Carrizal en 450 metros (en el camino de Tecpan á Ajuchitlán). Las rocas arcaicas componen una zona relativamente baja y de superficie bastante ondulada en su terreno entre las líneas Acapulco — Dos Caminos y Chilistlahuaca — Ometepepec. La mayor parte de este tramo no se levanta sobre 700 metros y apenas habrá sierras pequeñas que pasen mucho de 1,000 m. Al N.W. de la línea Dos Caminos — Acapulco cambia el aspecto de la zona arcaica; allí se levanta á alturas bastante grandes, como en las Tetas de Coyuca, que llegan á una altura de 3,800 m. en su cima, en tanto que las crestas de esta sierra tendrán una altura de unos 3,000 m. Desde este punto la zona arcaica baja bastante rápidamente á alturas pequeñas de un promedio de 500 m. La anchura de la zona gnéisica es: en Ometepepec, 77 kilómetros; cerca de Acapulco, unos 60 kilómetros, y cerca de Tecpan, 25 kilómetros.

En el E. del Estado las rocas arcaicas están limitadas hacia el N. por una enorme faja de pizarras cristalinas ó semicristalinas, alternándose con cuarcitas y pi-

zarras arcillosas; estas pizarras que se asemejan á veces mucho á micapizarras, son de edad dudosa; pero cerca de Olinalá se han encontrado en ellas restos de gastrópodos, de modo que seguramente no se trata de rocas arcaicas. Este conjunto de pizarras ocupa una región que se limita, más ó menos, por las líneas que conectan los lugares siguientes: Olinalá-Xalpatlahuac, en el Norte; Olinalá-Hueycantenango, en el W. (la extremidad meridional de esta línea es desconocida), y una línea, casi E.-W., que pasa en el S., por Chilistlahuaca. Hacia el Este no conocemos el término; pero, según las observaciones hechas por P. Waitz en una exploración del río Atoyac y Río Verde, en Oaxaca, no se encuentran aquellas pizarras allí. La zona de pizarras se levanta, en lo general, á alturas bastante considerables. Si bien es cierto que los límites de la zona no alcanzan á alturas considerables, en el interior de la zona encontramos elevaciones muy grandes, y hasta se puede decir que las cimas de las sierras formadas pasan, casi en todas partes, los 2,000 m.; así, tenemos en la Sierra Alta, entre Tlatlauqui y Cuálac, cimas como el Zitepetl y el Antepetl, que tienen más de 2,500 m. de altura. En el tramo entre Tlapa y Chilistlahuaca tienen todas las crestas alturas de más de 2,300 m.

Dentro de la zona de pizarras se encuentran numerosas masas de rocas efusivas modernas, principalmente andesitas. El resto del Estado se compone principalmente de capas mesozoicas, entre las cuales el cretáceo tiene la mayor distribución, no obstante de que se encuentra también Jurásico, y quizá también Triásico en algún lugar. El cretáceo se compone, en la parte inferior, principalmente de pizarras arcillosas, y arriba de ca-

lizas de Caprinidae. Estas capas, bastante plegadas y fracturadas, componen la mayor parte del Estado, y se levantan á grandes alturas, pasando muchas de las cimas de 2,000 m. Las capas cretáceas pasan hacia el Norte por la región del río de las Balsas al Estado de Puebla; hacia el N.W. pasan también aquel río, y componen toda la región hasta Iguala, formando más adelante una sierra alta entre esta ciudad y Puente de Ixtla. De la misma manera siguen en la faja al N. de las rocas arcaicas, para entrar al Estado de Michoacán.

La parte sedimentaria del Estado está ó muy plegada (especialmente la zona de pizarras de edad desconocida) ó muy fracturada (particularmente las calizas de Caprinidae); según el corte de Acapulco á Veracruz, la sierra de Guerrero parece ser un enorme sinclinal con plegamientos secundarios.

Las capas que pertenecen al Terciario son principalmente depósitos lacustres (conglomerados, areniscas, margas, etc.) frecuentemente de una extensión enorme como p. e. el conglomerado que se extiende desde Hueycantenango casi hasta Olinalá. Estas capas están poco plegadas ó fracturadas. En el límite del Estado hacia el N., cerca de Huamuxtitlán, comienza un enorme depósito de pizarras yesíferas aparentemente terciario, que se extiende al Estado de Puebla. El Cuaternario raras veces se puede separar del Terciario lacustre, en otras partes se presenta en forma de terrazas, de ríos ó de depósitos de lagos más ó menos pequeños.

Las rocas eruptivas modernas son dioritas que se encuentran en forma de diques, y andesitas en grandes masas efusivas irregularmente distribuídas sobre el Estado.



## I. Efectos del temblor

### 1. Efectos del temblor sobre edificios y muros

La noticia de la destrucción de un gran número de casas en las principales poblaciones del Estado de Guerrero, así como el haberse cuarteado algunas construcciones en la ciudad de México, hizo suponer que el movimiento producido había sido suficientemente intenso para destruir en las regiones próximas al epicentro los edificios todos, aun los mejor construídos. Examinados después de cerca los efectos que bajo esta forma se han producido, pudimos agruparlos para su estudio como sigue:

1. Destrucción completa ó casi completa de edificios.
2. Caída de muros y destrucción de techos.
3. Desprendimiento en los ángulos y caída de muros interiores.
4. Caída de esquinas y agrietamientos de muros y aplanados.
5. Efectos sobre las casas de bajareque.

#### Destrucción de edificios

Los edificios en su mayoría son de mala construcción, siendo esta la causa principal y en muchos casos única de los derrumbes. Existen en corto número construcciones buenas (Palacio de Gobierno, una parte de la casa del Sr. M. Guillén, Gobernador del Estado, en Chilpancingo; bóvedas de la época colonial en el curato de Tlapa; iglesia de La Providencia; casa de Ha-

rootian é iglesia en Zumpango), que bien poco sufrieron por su propia resistencia y por encontrarse un poco lejos de la zona pleistóséística.

En general las casas se fabrican con adobe ó baja-  
reque; la construcción de adobe se hace sobre cimientos  
que generalmente son muy poco profundos y mal dis-  
puestos, pues algunas veces apenas son iguales en es-  
pesor al del muro que deben soportar. La argamasa  
empleada es mala, pues en muchas localidades apagan  
la cal mucho tiempo antes de su empleo y la dejan al  
aire libre, convirtiéndola así en un carbonato de cal  
impropio del todo para producir una buena argamasa:  
no sólo esto, sino que en lugar de mezcla de cal y arena  
se suele emplear lodo para construir cimientos.

Los muros son construídos con adobe y lodo, adobe  
de buena calidad, pero mal ligado en los ángulos y  
muros interiores. A estos muros de adobe y lodo se les  
carga con un techo generalmente de dos aleros (dos  
aguas) formado de un tirante, un pendolón y madera  
delgada, para soportar la teja de barro cocido dema-  
siado pesada; no se usan jabalcones, se coloca un ca-  
ballete (zopilotería) que junta entre sí á los pendolones  
y sobre el cual se apoya la extremidad superior de los  
morillos que reciben las tiras delgadas de madera donde  
se atora la teja; la extremidad inferior de los morillos  
queda directamente apoyada sobre el muro. (Figs. 1  
y 2 de lám. XIV y lám. XV.)

Las paredes maestras de las casas son del mismo es-  
pesor que los tabiques ó muros divisorios, y éstos sólo  
están ligados por la capa del aplanado ó tres adobes  
repartidos en toda la altura, para amarrar el tabique  
al muro. El ladrillo sólo entra como baldosa y muy



rara vez en la construcción de muros. El uso de la cantera es poco menos que desconocido.

Es muy frecuente encontrar en las casas de los suburbios de las poblaciones principales y en muchas de las de menor importancia, construcciones de bajareque ó sea de bejuco y lodo. Para fabricar esto se ponen cuatro pies derechos (horcones) que vienen á constituir los cuatro ángulos de la pieza; cuando ésta es de alguna longitud se ponen uno ó varios pies derechos intermedios, enterrados á menor profundidad que los de las esquinas ó ángulos; entre éstos se teje una verdadera red con bejuco dispuesto en líneas horizontales y verticales, dejando formados así pequeños cuadros de 5 á 10 cm. de lado. Esta red se construye doble, dejando entre sus dos partes un espacio de 10 á 15 centímetros que es el espesor del muro (Véase lámina XVI); todo el hueco que queda entre el bejuco es rellenado con lodo bien batido que se aprieta con golpes de plana de mano; después se empareja con una capa relativamente delgada de barro para tapar completamente el bejuco. Sobre estas paredes viene el techo de teja, más pesado que ellas, dispuesto, como antes se dijo, para casas hechas de adobe.

En las construcciones de adobe fué incomparablemente más marcada la destrucción que en los pequeños jacales de bajareque, que casi siempre tienen techos bien ligeros de palma (palapa) ó de ramas ó pasto (enramada).

Podemos decir que solamente en las principales poblaciones hubo destrucción completa de casas, porque en las de menor importancia las construcciones son bien ligeras y generalmente están constituídas por sólo

una iglesia de adobe y teja, 2 ó 3 casas también de adobe y el resto de bajareque ó simples enramadas. Evidentemente donde hubo mayor número de casas, mayor fué la destrucción: así es como se explica la ruina de 341 casas en Chilapa y 60% de las de Chilpancingo; <sup>1</sup> solamente Ayutla y San Marcos perdieron casi el total de sus construcciones por encontrarse en la zona pleistósénica.

La destrucción completa de edificios no se limita solamente á la zona cerca del epicentro, pues la encontramos, aunque en menor grado, bastante lejos de aquella región. En este caso se trata siempre de casas viejas ó de muy mala construcción. Así, p. e., se explica que en Tixtla el centro de la población no sufrió nada, que apenas hubo cuarteaduras insignificantes en las paredes, mientras que en el barrio bajo de la ciudad que en 1904 fué inundado, destruyéndose en parte la base de los muros de adobe y de los cimientos hechos de piedra y lodo, se derrumbaron varias casas (véase lám. XVII). Otro ejemplo nos lo ofrece la casa del Presidente Municipal en Igualapa (véase lám. XVIII): esta fué la única que se cayó en todo el Distrito; en lo general las casas de adobe de esta región sólo se cuartearon, y donde había construcciones medianamente buenas, las cuarteaduras eran de poca importancia.

En la región cerca del epicentro se encuentra la destrucción de casas relativamente bien construídas. En la lám. XIX se ven los restos de la iglesia de Miahuichán,

---

1 La ruina indicada debe entenderse como refiriéndose á casas inhabitables, por el gran número de cuarteaduras y caída parcial de sus muros, y no como destrucción absoluta. En Chilapa hubo 341 casas arruinadas y solamente una caída.

el frontispicio que quedó parado aunque muy averiado, está construido de ladrillo y tiene un espesor de más de medio metro; los otros tres muros, todavía más gruesos se componían de piedras irregulares ligadas por una argamasa mala; en la fotografía se nota luego que no hubo amarres entre estas paredes y el frontispicio. El edificio estaba construido sobre una capa gruesa de gneiss descompuesto, lo que probablemente contribuyó á su destrucción.

En San Marcos cayó una parte de la iglesia (véase lám. XX) construida de adobes, pero con paredes muy gruesas; el resto del edificio quedó tan arruinado que será necesario tirarle. Su construcción se puede comparar á la de Atliztac (lám. XXI), sirviendo esta comparación para dar idea de la diferencia de la fuerza del movimiento en las dos regiones.

El número total de casas caídas en el momento mismo del temblor y cuando éste llegó á su mayor intensidad, fué de 110 en todo el Estado. Siendo relativamente corto este número al compararlo con el número de casas destruidas ó inhabitables que no cayeron por completo. Podemos hacer la graduación siguiente entre las poblaciones según la destrucción que sufrieron:

1. Ayutla.
2. San Marcos.
3. Chilapa.
4. Chilpancingo.
5. Tecuanapa.
6. San Luis de Allende.
7. Azoyú.
8. Ometepec.
9. Tlapa.
10. Tixtla.

Esta graduación comprende las poblaciones por el total de su destrucción, dependiente ésta de su posición respecto á la zona pleistóséistica, del número total de sus construcciones, pues donde más casas hubo, mayor número de ellas fué averiado, y de la constitución del suelo y subsuelo de cada lugar.

Como última observación respecto á casas totalmente caídas, diremos que en general sus derrumbes fueron hacia el interior, por la disposición relativa de paredes y tejados.

#### Caída de muros y destrucción de techos

Pocos muros aislados cayeron; solamente los de poco espesor ó de muy malos cimientos.

Fué casi general el resbalamiento de los tejados, quedando algunos con las tejas figurando ondulaciones y caída sólo la extremidad inferior (véase lámina XXII).

Fué general en todo el Estado la ruptura de los pilares y columnas en la parte inferior del fuste muy cerca del pedestal que es más ó menos reducido: en muchos casos estos pilares cayeron quedando solos los pedestales; se efectuó su caída cuando soportaban algún techo ó en lugares cerca del epicentro, pero no cuando estaban aislados, sin carga y lejos del epicentro (véase lám. XXIII). Entre los pilares hubo algunos que quedaron volteados indicando un movimiento al derredor de su eje vertical, producido por desigualdad de frotamiento en distintas porciones del plano de separación en el lugar del partimiento.

Algunos muros perpendiculares á la dirección de la propagación de la onda cayeron (véase lám. XXIV) ó

quedaron en pie presentando cuarteaduras horizontales ó casi horizontales; cuando estos muros soportaban la zopilotería ó caballete del techo se destruyeron hasta los cimientos, derrumbándose hacia el exterior en un solo block (véase lám. XXV).

En las construcciones que tenían mayor altura, como son los templos, fueron particularmente marcados los efectos de destrucción: si bien es cierto que sus malas construcciones vinieron á ser su propia ruina, no necesitando un temblor fuerte para derrumbarse. La catedral de Chilapa perdió por completo su frontispicio y sus torres (véase lám. XXVI); las iglesias de San Francisco y Dulce Nombre, perdieron una torre y habrá que derribar la otra de San Francisco (véanse lám. XXVII y XXVIII); otros de los templos de la misma población que sufrieron averías son: San José, San Rafael y Guadalupe. En Aquilpa fué mayor la destrucción de la iglesia, en la que se puede ver un caso interesante de equilibrio (véanse láms. XXIX, XXX y XXXI) habiéndose caído la cúpula que estaba mal sentada y la mayor parte del techo, quedando sólo algo de la madera que soportaba la teja. En Atliztac sólo cayó la parte alta del frontispicio y la parte posterior del tejado, quedando pocas cuarteaduras en las paredes (véase lámina XXI).

En Chilpancingo fué notable la destrucción de las iglesias: la parroquia en construcción perdió su frontispicio y sus torres (véase lám. XXXII), sus muros laterales quedaron casi por caer con dos cuarteaduras horizontales que abarcan á distintas alturas toda la longitud de ellos: lo que quedó sin ninguna avería fué el techo de bóveda de madera que es una bue-



na obra: mostrando esto que los principios de la buena construcción defenderán mucho de los temblores como el que acaba de pasar. El templo de San Francisco en Chilpancingo abunda en detalles de destrucción por mala construcción (véanse láms. XXXIII y XXXIV).

En San Marcos y Ayutla no quedó ningún techo de teja medianamente servible después del paso del temblor, todos se destruyeron y muchos cayeron por completo, las enramadas que tenía la gente pobre quedaron inclinadas y un poco destruídas. Los techos que se ven en las láminas son reconstruídos, teniéndose una idea más cabal de esta destrucción en la lám. XXXV que es uno de los lados de la plaza principal de Ayutla.

En el Seminario de Chilapa se cayó buena parte de los tejados (véase lám. XXXVI) y en la misma población fué de notarse la caída del tejado en el templo de San José, de pésima construcción (véanse láms. XXXVII y XXXVIII).

#### **Caída y desprendimiento de muros interiores**

Los muros divisorios de las casas quedaron en su mayoría separados de las paredes maestras al paso de la onda, produciéndose en casos frecuentes la caída parcial y rara vez total de dichos muros. Ahora se ven todos los rincones ocupados por grietas que dejan separadas las paredes y hacen peligrosa la habitación de las casas (véase lám. XXXIX). Con frecuencia se nos manifestó que la destrucción en las calles era muy inferior á la que se observaba en el interior de las habitaciones, y esto lo encontramos fácilmente explicable, porque á la destrucción exterior se añadía el derrumbe de muros divisorios que habían caído parcialmente ó

estaban en ruina. No era necesario un temblor de gran intensidad para producir la separación, no ruptura, de los muros en los ángulos, pues nunca estuvieron ligados, sino en simple contacto y cubiertos de una capa de mezcla bien frágil. La cuarteadura de-ángulos fué general en las poblaciones que visitamos en Guerrero.

#### Agrietamiento de muros y aplanados

Algunos muros cayeron por la magnitud de sus cuarteaduras formadas ya vertical ya horizontalmente, habiéndose notado que en los de la misma dirección que la de propagación de la onda, las cuarteaduras eran sensiblemente paralelas y horizontales y algunas veces presentaban dibujado una especie de oleaje de más ó menos amplitud; en las paredes de dirección perpendicular á la de la propagación, las grietas eran verticales ó casi verticales.

En muros interiores las cuarteaduras tomaron diferentes inclinaciones como producidas por una compresión de las paredes maestras al recargarse en ellos.

Los aplanados se agrietaron considerablemente en donde no cayeron en grandes extensiones, pues no puede haber buena unión entre el adobe, sin ninguna preparación adecuada y la argamasa con que se acostumbra cubrirlo (véanse láms. XL y XLI).

#### Caída de esquinas y cornisas

Muy pocas esquinas cayeron de una manera bien determinada, como se pudo ver en la casa principal de la Hacienda de Providencia y la esquina N.W. de la casa de Tlapa en la 2.<sup>a</sup> de Matamoros núm. 1; en estas fué completo el desprendimiento de los dos muros en



toda la altura y cayeron en una sola pieza como lo hubiera hecho una columna: en muchas partes las esquinas dañadas perdían sólo su parte superior, produciéndose esto cuando las casas eran alcanzadas por la onda, en una dirección que no correspondía á la orientación de sus paredes ó como se dice, en una dirección transversal ó esviada.

Hay que hacer notar la caída de cornisas en las principales casas de algunas poblaciones, que no fué motivada por su excesivo peso respecto á las construcciones de adobe, pues las hubo de distintas formas y pesos que cayeron igualmente, sino porque en la mayoría de los casos eran tiradas por los tirantes de los techos mal colocados ó por la mala colocación de las vigas en las pocas casas con azótea.

#### **Efectos sobre las casas de bajareque**

Dadas las condiciones de esta clase de construcciones, se puede suponer que tienen una elasticidad suficiente para soportar bastante los movimientos sísmicos; así es que en ellas sólo un fuerte movimiento obra, volteándolas en su totalidad ó inclinándolas como se encontraron en Zumpango (véanse láms. XLII y XLIII) ó tirando totalmente los tejados y deformando las chozas al inclinarlas, como se observaron en San Marcos (véase lám. XLIV).

#### **2. Efectos sobre objetos movibles**

Se tienen muy pocos datos sobre los cambios de lugar y el deterioro de muebles u otros objetos movibles. En la zona pleistóséstica una gran parte de los habitantes apenas posee muebles que se puedan caer durante

un temblor y además parece que no se hicieron observaciones seguras sobre este particular.

En las tiendas de la región cerca del epicentro y hasta en lugares bastante lejanos de él (Zumpango del Río, Chilpancingo, Chilapa, etc.), cayeron las mercancías de sus estantes, destruyéndose en parte. En la región lejos del epicentro cayeron principalmente las botellas, es decir, objetos altos, mientras que en la zona pleistóséística cayeron también objetos poco altos. En una bodega de Ayutla una lata de aceite fué tirada de un estante y cayó parada á  $1\frac{1}{2}$  m. de distancia, esto se puede explicar solamente por un movimiento sucusorio.

Se pudo observar que varios objetos habían cambiado de lugar y girado al derredor de un eje vertical. Ciertamente estos objetos no pertenecen estrictamente á objetos movibles, porque se trata entre otros de columnas, mojoneras, remates de iglesia, etc.; pero en realidad éstos estaban ligados con su base por una argamasa tan mala, que después de los primeros movimientos seguramente se desprendieron por completo de ella, viniendo á quedar como objetos movibles. Semejantes rotaciones no se limitan á la zona cerca del epicentro, sino se encuentran también bastante lejos de él. Ya hemos mencionado el caso de las columnas de corredor, representado en lám. XXIII; otro caso se ve en la XLV que reproduce una fotografía de la estatua del Gral. Nicolás Bravo, tomada desde el techo del Palacio de Gobierno, en Chilpancingo. Se nota que en este caso hubo aparentemente dos movimientos en sentido opuesto. El cubo de piedra que soporta la estatua giró un poco del N. hacia el E. (el lado del frente

tiene la dirección de N.W.-S.E.), mientras que la estatua misma giró en sentido opuesto. Los habitantes de Guerrero pensaron generalmente que en estos casos el movimiento había sido en parte giratorio, pero los fenómenos mencionados, así como los que describiremos en seguida, se explican fácilmente por un movimiento ondulatorio. Se trata claramente de un fenómeno de diferencia de frotamiento entre dos planos, de modo que el cuerpo superior en lugar de deslizarse en la dirección de la onda, giró al derredor del punto de mayor frotamiento correspondiente á la mayor presión.

Muy frecuentemente hemos visto ejemplos de movimiento giratorio; en la zona, lejos del epicentro, generalmente se trata de un ángulo de pocos grados, así como lo vemos en láms. XXIII, XLV y XLVI que representa la pilastra de un arco en la casa de la Sra. Rosa Andraca, en Chilapa; esta pilastra se compone de blocks de piedra labrada, de los cuales varios giraron algunos grados.

Mucho más pronunciado fué esta clase de movimiento cerca de la zona del epicentro, lo que se comprende por la amplitud mayor de la onda, y por consiguiente la mayor inclinación de los objetos durante el movimiento. Un ejemplo muy instructivo nos lo da una mojonera en la ciudad de Ayutla (véase lám. XLVII) que giró  $18^{\circ}$ . Otro ejemplo excelente presenta también el remate en el centro del frontispicio de la iglesia en Miahuichán (véase lám. XIX), este giró casi  $45^{\circ}$ . Azoyú queda algo lejos de la zona del epicentro, pero se ve que el remate de la torre de su iglesia (véase lámina XLVIII) ha girado bastante. Se han mencionado

aquí sólo los ejemplos más característicos, porque el fenómeno es bastante general en toda la región de Guerrero.

En la mayor parte de la región comprendida entre Chilpancingo, Tlapa, Ometepe y Acapulco, fué el temblor bastante fuerte para hacer tocar las campanas de las iglesias, en algunos lugares colgadas apenas á  $1\frac{1}{2}$  m. sobre el suelo. En Miahuichán el movimiento fué tan fuerte, que según las palabras del Comisario: "las campanas parecían querer hacerse pedazos."

#### Efectos sobre relojes

No es posible confiar en ninguna de las horas indicadas al tomar los datos del fenómeno seísmico en las distintas poblaciones, por falta de relojes que merezcan crédito en sus indicaciones. Los de las torres y muros se pararon ó cayeron al suelo en el momento del paso de la onda, quedando con indicaciones de hora muy diversas y sin concordancia entre sí ni con el temblor. El reloj de San Francisco, en Chilpancingo (lámina XXXIV), lo encontramos marcando las 2 h. 31 m., pero nos informaron que ya había sido ésta una indicación distinta de la que marcó al caerse, y esta última tampoco fué la que correspondía á su caída.

En las demás iglesias cayeron los relojes, donde los hubo, y esto modificó sus indicaciones del tiempo. Algunos relojes de pared marcaron una hora muy diferente de la que deberían indicar, por haber estado deteriorados y tener sus manecillas flojas. Ninguna población tiene sus relojes bien arreglados. En cuanto á los relojes de bolsillo, creemos que ninguno estaba de acuerdo con los demás, dando esto una diversidad de indicaciones

que obligan á no tomar ninguna en cuenta, valiéndonos, para determinar la hora en que se efectuó el temblor en cada una de las poblaciones y en el epicentro, de las observaciones hechas en algunas estaciones ú observatorios seismológicos, empleando el procedimiento que se expresará después.

#### Efectos sobre el terreno

Los efectos del movimiento sobre el terreno han sido, en lo general, poco intensos, pero bien marcados, como se comprende por la abundancia de grietas de pequeña amplitud, en varios de los lugares visitados.

En la Barranca del Zopilote los derrumbes fueron sobre rocas y tierras sueltas. En esta barranca, que va de Zumpango á Mezcala, se pueden distinguir tres porciones bien distintas, que son: la parte alta en Zumpango, una parte encañonada hacia abajo de Mexquititlán y una porción de confluencia con el río de las Balsas. En la primera porción, que es relativamente ancha y de pendiente media, se han formado terrazas en sus márgenes que tienen poca consistencia, presentando para el lado del lecho paredes verticales; en ellas se efectuaron los derrumbes más numerosos, pero en general de poca importancia. En la parte en que la barranca se encañona, y que tiene un régimen torrencial, se efectuaron pocos derrumbes de los acantilados laterales, y éstos fueron blocks de pequeñas dimensiones. En la parte de la confluencia con el Balsas no se observó ningún derrumbe ni ninguna otra manifestación sobre el terreno.

También encontramos derrumbes de tierra suelta y de pequeña amplitud en la parte alta de la cuesta del



Limón, entre Tecuanapa y El Limón. En una vereda entre el Potrero y Ayutla, en el camino que une estos puntos, hay unas rocas que obstruyeron el camino con su caída, en la parte alta del cerrito que está al llegar al Río de Ayutla. Hacia el E.N.E. de El Potrero se encuentra el cerro de Cotzalzín, de considerable altura y que termina su cima por un acantilado en el que se efectuó uno de los derrumbes más grandes que se pudieron observar. En los cerros que rodean el pequeño valle de Ayutla, se observaron también algunos derrumbes. Entre Cuapinola, Concordia y Poza Verde, son numerosos los pequeños derrumbes, en general, sobre piedras sueltas ó roca muy alterada; en la cañada de Cuapinola son bien interesantes estos derrumbes como se puede ver en la lám. XLIX; se pueden contar allí unos 50 derrumbes y en general de mayor importancia.

Las primeras grietas las encontramos en Tierra Colorada y Jaltianguis, apenas marcadas, y en algunos casos como grietas de desecación, afectando sólo á la parte meramente superficial. Estas pequeñas grietas son muy numerosas en los caminos del valle de San Marcos y la plaza de este pueblo se encuentra atravesada por varias en distintas direcciones, las cuales se cruzan y ramifican variadamente, sin ofrecer dirección dominante y fija, teniendo en su mayor anchura 8 cm. y muy poca profundidad, como afectando sólo á la capa superficial del terreno.

En Chacalapa, lugar de la playa, al S. de San Marcos, fueron muy numerosas las grietas abiertas y unas de las de mayor amplitud que se abrieron. En este lugar desembocan los ríos de La Estancia y San Marcos, uniéndose en un solo estero; en las márgenes de estos

ríos y sobre terreno de las terrazas fluviales de poco espesor, se abrieron las grietas diversamente orientadas y acompañadas de la salida de agua arenosa. Los ríos, las playas y el estero son arenosos, quizá con una potencia en la arena cuarzosa de 10 m. ó un poco menos. Cuando el movimiento afectó á la roca maciza del subsuelo, ésta transmitió el movimiento á la arena cargada de agua en la parte inferior del lecho del río, produciéndose entonces una inyección de agua arenosa en las capas superficiales ó superiores; así que rota la capa de tierra vegetal de las márgenes, el agua encontró fácil y obligada salida, fenómeno que duró muy poco tiempo, unos pocos minutos, dando como resultado numerosas grietas con rebordes de arena en sus labios; éstas son de unos 50 á 60 m. de longitud, 80 á 120 centímetros de profundidad, sin rumbo determinado, aunque su conjunto obedece á una dirección general de E.W. El mismo fenómeno se efectuó en algunas grietas angostas en el río de Santa Catarina, en el Sur de Ometepec, y en las de más amplitud no hubo salida de agua (véanse láms. L, LI y LII). La zona en donde pudiera haberse marcado de una manera más ó menos clara el agrietamiento del terreno, no es posible definirla con precisión por su extensión y por la configuración de la región epicentral. La extensión que habría que tomar en consideración por el agrietamiento, sería desde el N.W. de San Marcos, S. de Ayutla, nacimiento del Río Copala y S. de Ometepec, influyendo en esta extensión la naturaleza y alteración del suelo vegetal. La configuración influye como determinante de la posición de la zona agrietada, porque las aberturas del terreno sólo se han presentado en los valles de poca pendiente, y éstos están



repartidos de una manera irregular por lo accidentado, aunque no abrupto, de la configuración. Así es que estando los terrenos próximos á la costa poblados de pequeñas eminencias con orientación de conjunto de E. á W. y valles estrechos de dirección media de N. á S., se pueden encontrar distintas zonas de agrietamiento correspondiendo á cada uno de estos valles, pero que naturalmente obedecen al mismo origen y su conjunto forma la misma manifestación de los efectos de la misma causa.

La apertura de las grietas en los valles está íntimamente ligada con el aumento de caudal de los ríos, pues por ellos se efectuó en gran parte la salida del agua; ésta no tuvo su origen de profundidad sino que es la de infiltración que corre hacia el mar por debajo de la capa de arena que cubre los valles cercanos á la costa y con especialidad en el lecho de los ríos, como se expresó antes. Los ríos en que fué bien sensible el aumento de caudal, son: ríos de la Estancia, San Marcos, Nexpa, Copala y de Santa Catarina, también el arroyo de Xochiapa cerca de Azoyú.

Las grietas manifestadas en el terreno sólo afectaron la capa de tierra vegetal ó se produjeron cuando más en la roca alterada. La roca fresca ó solamente poco alterada, no sufrió aparentemente nada, manifestándose sólo los efectos sobre ella por el cambio de gasto, desaparición ó aparición de algunos manantiales, cuyo efecto no puede concebirse sino por variación de las pequeñas grietas de infiltración en la roca misma. Ejemplos como éstos se encontraron en El Tamarindo, en donde una fuente de agua caliente aumentó su gasto; en el río de la Estancia aumentó el agua de los

manantiales que brotan del gneiss; en la vertiente E. de este río apareció un nuevo y pequeño manantial en Cortés y desapareció otro mayor en la cuadrilla de Monte Alto, que suministraba el agua para los habitantes. En la hacienda de San Marcos apareció otro manantial en un valle estrecho al N.E. de la población.

Quizá en la parte alta de las sierras se aumentó el gasto de las filtraciones que alimentan los ríos de la región entre San Marcos y Ometepe; pues en todos ellos se notó mayor caudal sin que después de varios días se haya disminuído; ahora ya con el temporal de lluvias y sin tener idea de la cuenca que á cada río corresponde, es difícil fijar si el aumento de agua ha continuado por efecto del temblor ó por lluvias más ó menos locales. Cerca de la desembocadura de los ríos fué más marcado el aumento de caudal, por haberse agregado al aumento, expresado en el párrafo anterior, el agua que salía por las grietas del terreno: es decir, se vino á aumentar con parte del agua que antes escurría infiltrándose y sin manifestarse en la superficie.

No hubo observación en la desembocadura de los ríos en el momento del temblor, por ser la costa muy poco poblada. Los únicos efectos anotados en la costa fueron la entrada de la ola de reflujo en Acapulco, la desecación de algunos esteros y la ola extraordinaria en la barra de Tecuanapa.

En Chacalapa se secó por completo de una manera paulatina el estero alto en donde desembocan los ríos de la Estancia y San Marcos: esta desecación se efectuó en los 8 días siguientes al 14 de Abril y por infiltración en su fondo agrietado de E. á W.

En la aduana de la barra de Tecuanapa se entró el agua y el temblor la averió considerablemente, el mar subió con su ola extraordinaria 50 cm., éstos se midieron sobre la costa acantilada.

#### Efectos sobre seres orgánicos

En general sólo en las poblaciones de importancia se pueden encontrar efectos sobre seres orgánicos, porque ya en las de menor importancia no se preocupó la gente en gran manera: es tan poco densa la población (4.6 habitantes por km.<sup>2</sup>) y tan cortos los intereses que tienen los propietarios, que esto los hace muy poco sensibles á fenómenos de esta naturaleza, esto es, concretándose á la parte más sacudida del Estado de Guerrero.

Entre las poblaciones que más sufrieron hubo 28 muertos, 120 heridos y buen número, no fijado, de contusos en San Marcos. El número total de muertos y heridos y contusos, quedó distribuído como sigue:

	Muertos	Heridos
Chilpancingo .....	11	34
Ayutla.....	8	39
Tixtla .....	8	14
Chilapa.....	0	33
Atzompan .....	1	00
San Marcos.....	Algunos contusos.	

En las demás poblaciones no hubo desgracias personales, solamente el susto y pánico en muy pocos lugares.

El efecto sobre animales fué bien poco marcado, no había más á este respecto que algunos pescados muertos en la Bahía de Acapulco y un caballo en Ayutla. En

Ometepec observó el Sr. Bordon, Jefe Político del Distrito de Abasolo, que los animales domésticos estaban muy inquietos poco antes del temblor, y que especialmente los perros aullaban algún tiempo antes de que él mismo sintiera el principio del movimiento.

Las plantas no sufrieron y sólo encontramos un árbol caído en las márgenes del río de San Marcos, muy cerca de su desembocadura. Los árboles con frutos, principalmente los mangos (*Mangifera indica* L.) perdieron gran número de sus frutos todavía verdes, caídos en el momento de la sacudida.

## II. Caracter del movimiento y fenómenos acompañantes

### 1. Dirección del movimiento y determinación del epicentro

Como en todos los temblores, la determinación de la dirección del movimiento fué bastante difícil. En el terreno vimos luego que no se debe dar en lo general ninguna importancia á las observaciones de los habitantes. Es posible que al principio estas observaciones hayan sido exactas, pero unos pocos días después los periódicos dieron la noticia de que en ciertos lugares, como Chilpancingo y Chilapa, el movimiento había sido N.-S. y cuando nosotros llegamos al terreno ya nos contaron en todas partes que el movimiento había sido de dirección N.-S. Una excepción loable hizo el señor Prefecto Político Francisco Bordon, en Ometepec, quien había notado el movimiento como de E.-W., y esto está perfectamente de acuerdo con la posición del epicentro; todos los otros habitantes de aquel pueblo dijeron que el movimiento había sido N.-S.

Faidiga<sup>1</sup> ha dado una prueba excelente para la inexactitud de las observaciones de los habitantes: había reunido gráficamente todas las indicaciones alrededor del epicentro, pudiendo apenas imaginarse mayores divergencias. Sieberg<sup>2</sup> parece creer que las direcciones realmente cambian, y que no están de acuerdo con la línea que conecta el punto de observación con el epicentro. Esto es cierto para lugares lejanos del epicentro; así p. e. hemos observado en México que el movimiento durante el temblor del 14 de Abril fué en la dirección E.-W. y lo mismo fué el caso en uno de los temblores posteriores sentido en México y procedente del mismo epicentro. Pero nos parece que Faidiga quiere también expresar sus dudas sobre las indicaciones de observadores locales, y que sus diagramas relativos (figs. 12 y 13) no fueron construídos para dar un cuadro exacto de la diversidad de direcciones del movimiento verdadero. En los lugares algo cercanos al epicentro, la dirección observada debe más ó menos estar de acuerdo con la línea que conecta el lugar de observación con el epicentro. Hemos tratado de determinar la dirección en primera línea, por la dirección de inclinación ó caída de objetos libres como columnas, cruces, remates, etc., y en segundo lugar por la dirección que indican las destrucciones en las construcciones; este último procedimiento es naturalmente el menos perfecto. De este modo hemos obtenido relativamente po-

---

1 Faidiga, Das Erdbeben von Sinj am 2 Juli 1898. Mitt. Erdbeben-Commission d. k. Akad. d. Wiss. in Wien; Neue Folge Num. XVII, 1903 fig. 12 y 13 en págs. 39 y 40.

2 Sieberg, Handbuch der Erdbebenkunde, Braunschweig 1904, pág. 209.



cas indicaciones sobre la dirección de la propagación; pero con un resultado bastante satisfactorio.

Discutiremos primero las direcciones obtenidas en los lugares bastante lejanos del temblor: En Iguala un pequeño tanque del Hotel Cortina derramó su agua hacia el N.; si se toma esta dirección y se continúa la línea hacia el S., se da casi exactamente á la desembocadura del río de Ayutla. La misma dirección la encontramos en Sabana Grande por la dirección de las destrucciones en la pequeña iglesia. En Zumpango del Río indicaron las destrucciones una dirección de S.W.  $13^{\circ}$  N.E., pero como este método es poco seguro, puede haber un error de unos  $20^{\circ}$ . Más exacta fué la observación en Chilpancingo. Todos los observadores indican como dirección S.-N. ó N.-S., y lo mismo indicó la destrucción que claramente había sido diagonal á la posición de las casas; pero en un pequeño edificio de madera encontramos la posibilidad de determinar la dirección más exactamente; un pequeño cenador en una propiedad del Sr. Angel Reyes, cerca del Hotel Americano, está construído de un techo bastante pesado levantado sobre varias columnas de madera en una base de mampostería; esta construcción se había movido casi como un péndulo invertido y la destrucción en la mampostería donde encajaban las columnas indicó un movimiento de N.  $9^{\circ}$  W.; la prolongación de esta línea da casi exactamente á Chacalapa.

Siguiendo después para el S. encontramos la siguiente indicación en Tierra Colorada: determinamos por la destrucción de edificios la dirección N.  $34^{\circ}$  W. (en realidad entre N.N.W. y N.W.); la línea da á la desembocadura del Río de Ayutla. En Providencia fué según



la destrucción en la hacienda la dirección N. 43° W., una línea cuya continuación pasaría entre Chacalapa y la desembocadura del Río Papagayos. En Acapulco la dirección fué, según la destrucción en algunos edificios, N. 24° W. Naturalmente estas tres direcciones no se pueden considerar como completamente seguras; pero indican que el movimiento debe haber venido más ó menos de una región cerca de Chacalapa.

Consideraremos ahora las direcciones observadas al W. de Chilpancingo. En Tixtla la destrucción de los muros orientados E.-W. indicó una dirección N. 8° W., línea cuya prolongación da á la desembocadura del Río de Ayutla. En Chilapa encontramos por el mismo procedimiento la dirección N.-S. que prolongada al S., da también en la desembocadura del Río de Ayutla. En Atlixtlac, Tlatlauqui y Tlapa, se determinó el rumbo aproximado de S.W.-N.E.; estas líneas tocan la costa en la región entre el Río Papagayos y Chacalapa; pero es posible un error de algunos grados. En Aquilpa se determinó el rumbo de N. 48° E. por la posición de una columna caída; pero como ésta había cargado parte del techo de un corredor, su posición al caer puede haber sido causada en parte por la dirección de la presión del techo.

Yendo de Tlapa hacia el S. pudimos determinar un rumbo bastante exacto: el remate de la torre de la iglesia de Quiahuitlalzala cayó en la dirección N. 82° E.; en esta localidad la onda debe haber sido completamente desviada, quizá por el rumbo de las pizarras sobre las cuales está aquella iglesia. Otro lugar donde se pudo determinar un rumbo aproximado del movimiento, es Santa María: éste fué indicado por

el comisario del pueblo que estuvo despierto en el momento del temblor, y que se fijó en el rumbo del movimiento, la dirección indicada por él es N.  $68^{\circ}$  E.; probablemente con un error de algunos grados. En Ometepec fué el rumbo según la observación del señor Prefecto Político D. Francisco Bordon de N.  $82^{\circ}$  E. En Azoyú hubo unas cruces inclinadas hacia el N.  $80^{\circ}$  E. y hacia el W. Estas dos líneas tocan en su prolongación la costa entre el río Copala y el río de Santa Catarina. En San Luis Allende se determinó el rumbo de N.  $75^{\circ}$  E. por la destrucción de los edificios: rumbo con un error de algunos grados; la prolongación de esta dirección da á la misma región de la costa que los dos anteriores. En Miahuichán dan los adornos de la iglesia una indicación bastante buena: estos adornos consisten de unas masas de mezcla detenidas con unas almas de fierro que se inclinaron por el movimiento del temblor; uno de estos adornos cayó en la dirección N.  $53^{\circ}$  E. y otros N.  $63^{\circ}$  E.; una línea con un rumbo intermedio encuentra la costa en la desembocadura del río Copala. En la siguiente población, La Concordia, hubo adornos semejantes, pero de éstos se inclinó sólo uno y éste en la dirección E.-W.; es posible que aquí haya habido una desviación de la onda á causa de la profunda barranca y del suelo inestable que forma la base del edificio. En Cuapinola encontramos un indicio excelente; allí cayó una cruz alta de madera en la dirección S.  $38^{\circ}$  W.; la prolongación de esta línea llega á la desembocadura del río de Ayutla. En Ayutla no fué posible determinar un rumbo constante, sino parece posible que el movimiento se propagó en diferentes direcciones. En Tecuanapa cayó una columna

aislada en la dirección S.W.  $50^{\circ}$  N.E., una excepción para la cual no encontramos una explicación. En San Marcos predomina el rumbo N.  $67^{\circ}$  W. y en Chacalapa uno de casi E.-W.

Combinando los rumbos y considerando con preferencia los más seguros, como son los de Iguala, Chilpancingo, Ometepec, Miahuichán, Cuapinola, etc., vemos que el movimiento salió de la región inmediata á la costa que se encuentra entre los ríos Copala y de San Marcos. Desgraciadamente se encuentra esta región casi despoblada, y cubierta de una vegetación densa, de modo que no fué posible un estudio en detalle de ella en esta ocasión.

Esta determinación del epicentro se comprueba por otra circunstancia; alrededor de la zona indicada se agrupan los lugares donde la destrucción fué mayor. En San Marcos se cayeron las frutas verdes de los mangos, lo que indica una fuerza enorme, se cayeron muchas casas de adobe y casi todas las otras quedaron inhabitables, se inclinaron las de bajareque, se secaron ojos de agua y aparecieron nuevos. En Chacalapa fué la fuerza aparentemente más grande. Unas casitas fabricadas sobre la arena se hundieron, el estero se secó y un árbol grande con raíces gruesas fué derribado, quebrándose las raíces. También en Ayutla, en Cuapinola y en Miahuichán fué la destrucción muy grande, como se ve por los datos en el último capítulo. Desde este punto disminuye la intensidad rápidamente hacia el E. y el W. y menos rápidamente hacia el N.

Considerando ahora los rumbos de Chacalapa, San Marcos, Cuapinola y Miahuichán, podemos suponer como muy probable que el epicentro se encuentra entre

el río San Marcos y el río de Copala, su mayor eje teniendo unos 32 km. Una determinación más exacta es imposible, porque en la región del epicentro mismo no se pudieron hacer observaciones.

## 2. Forma del movimiento

Del cuadro comparativo dado en el último capítulo vemos que de las 69 localidades de donde tenemos indicaciones sobre la forma del movimiento, en 55 de ellas se ha sentido un movimiento ondulatorio; en 13, movimientos sucusorios y ondulatorios, y en una sola un movimiento sucusorio. Si aceptáramos esta estadística sin crítica, cometeríamos un error muy grave. En los informes oficiales de los Municipios, así como en las noticias de los periódicos, se encuentran mencionados movimientos sucusorios (trepidatorios) en todas partes. Llegando á aquellos lugares hemos visto que frecuentemente se creía que las ondulaciones fuertes y cortas se llamaban trepidaciones (movimientos sucusorios). En la región que visitamos hemos encontrado sólo los pueblos Ayutla, Concordia, Cuapinola y Miahuichán, donde con seguridad hubo movimientos sucusorios; la noticia de Chilpancingo es muy dudosa. Las otras poblaciones de donde se citan movimientos trepidatorios (sucusorios), son: Ixtlahuaca, Otumba, Taxco, Texmelucan, Tlalnepantla, Toluca, Tulancingo, Valle de Bravo y Zacualpan. Todos estos lugares están en la zona donde el movimiento no pasa del grado IV de Rossi-Forel y la mayoría de ellos en la zona del grado II ó III; de modo que un movimiento sucusorio es inverosímil; además hay que notar que los observadores son agentes del telégrafo que probablemente no sabrán

en realidad distinguir un movimiento sucusorio de un ondulatorio. Tenemos noticias de localidades bastante cercanas á las mencionadas, donde se han sentido únicamente ondulaciones aunque bastante fuertes. Así es que tendremos que excluir aquellas noticias por ser dudosas, y llegamos al resultado que: de 60 localidades se han sentido movimientos ondulatorios en 55, movimientos sucusorios y ondulatorios en 5. Las localidades donde se han sentido movimientos sucusorios están, con excepción de una, muy cercanas al epicentro: en esta región hemos sentido nosotros mismos el 17 y 18 de Mayo, dos sacudimientos producidos por movimientos rápidos de abajo para arriba, sin ondulación. Ya citamos de Ayutla el ejemplo de que una lata de aceite fué tirada á  $11\frac{1}{2}$  m. de un armazón, esto se explica únicamente por un movimiento sucusorio. En Chacalapa se hundieron en la arena unas enramadas soportadas por 4 pies derechos (horcones); también esto se explica lo más fácilmente por un movimiento sucusorio del suelo. Según el relato de Ayutla, se sintieron movimientos de la misma especie en la segunda parte del temblor.

Según estos datos, parece que cerca del epicentro el movimiento comenzó por una ondulación y que siguieron uno ó varios movimientos sucusorios. Lo que hemos visto fuera de la zona pleistóséistica se explica todo fácilmente por el paso de ondas transversales. No cabe duda que fuera del epicentro se observaron únicamente ondas transversales. Estas explican también, tanto las destrucciones como las rotaciones de los remates de Azoyú, Miahuichán, de la mojonera de Ayutla, las columnas y la estatua de Chilpancingo.



### 3. Número y duración de sacudimientos del temblor principal

En el cuadro que resume los datos en el último capítulo se encuentran las indicaciones sobre el número de sacudidas y la duración, según fueron observadas por la gente. De veinte lugares, en su mayoría de la región fuertemente movida, tenemos indicaciones sobre el número de sacudimientos. Entre estos veinte hay 16 donde se observaron tres sacudimientos: uno con dos ó tres y tres con dos. Los tres donde se observaron sólo dos sacudimientos son Otumba, Morelia y Tulancingo, todos lejos del epicentro; de los lugares donde se sintieron tres sacudimientos está sólo uno, Puebla, fuera de la zona del movimiento fuerte. Entre 12 de los 16 lugares donde se observaron tres sacudimientos se ha designado el último como el más fuerte; sólo en Acapulco se dijo que el segundo había sido más fuerte que los otros dos. En la región cerca del epicentro parece que hubo sólo dos sacudimientos, de los cuales el primero fué ondulatorio y relativamente corto, el segundo largo y componiéndose de numerosos movimientos sucusorios y ondulatorios muy rápidos; así lo indican, por lo menos, los datos que recogimos en Ayutla y San Marcos.

Así llegamos al resultado que en la región cerca del epicentro hubo un movimiento ondulatorio inicial relativamente de corta duración y un movimiento largo sucusorio y ondulatorio. En una región que corresponde más ó menos á la segunda zona de intensidad y que comienza en una curva de un radio de unos 45 kilómetros (contando desde la desembocadura del Río Ayutla), se sintieron tres sacudimientos, de los cuales el



último era el más fuerte. De esta zona, hacia fuera, se han contado sólo dos sacudimientos.

De 56 lugares tenemos noticia sobre la duración del movimiento, y en estas indicaciones podemos distinguir también cierta regularidad. En la región inmediata al epicentro se indica 1<sup>m</sup> de duración (en Ayutla, Concordia, Cuapinola, Miahuichán, San Marcos). Fuera de esta región correspondiendo más ó menos á la segunda zona de intensidad, se indicó una duración de 1<sup>m</sup> á 2<sup>m</sup>; Azoyú, 2<sup>m</sup>; Chilapa, 1<sup>m</sup> 30<sup>s</sup>; Chilpancingo, 2<sup>m</sup>; Mazatlán, 2<sup>m</sup>; San Luis Allende, 2<sup>m</sup>; Tixtla, 1<sup>m</sup> 30<sup>s</sup>; Tlapa, 2<sup>m</sup>; Xalpatlahuac, 2<sup>m</sup>; en tanto que fuera de esta región disminuye poco á poco la duración. Así es que cerca del epicentro, en la zona pleistoseística, tenemos una duración de 1<sup>m</sup>, y en la segunda zona de intensidad se alarga la duración hasta 2<sup>m</sup> y disminuye paulatinamente hasta 0 en el resto del terreno donde se sintió el movimiento.

Parece probable que el número de sacudimientos está en conexión con la duración observada. En la región cerca del epicentro el tiempo fué tan corto, que el segundo sacudimiento no se dejó distinguir del tercero, mientras que en la región siguiente, se sintieron los tres movimientos distintos. La disminución de la duración fuera de la segunda región de intensidad, probablemente no está en conexión con el número de sacudimientos, sino con la intensidad misma, como lo veremos en el capítulo siguiente. En esta tercera región, donde el movimiento ya no pasó del grado V Rossi-Forel, hay algunas excepciones respecto á la duración, porque en algunos puntos se indicó una duración relativamente muy larga; pero estas excepciones son tan

pocas, que con mucha probabilidad las podemos referir á errores de estimación.

#### 4. Extensión é intensidad

El temblor fué sentido todavía en una distancia de unos 620 km. del epicentro: de las ciudades de Mazatlán, Zacatecas, Tampico y varias otras más al Norte, se nos dió la noticia de que no se había sentido el temblor; para las regiones del S. y del N.E. no tenemos noticias, porque el límite de la extensión está allí en el mar. La tripulación del cañonero "Tampico," que se encontraba en el Pacífico á 60 millas de la costa, no sintió nada. En el E., el temblor debe haberse sentido hasta cerca de la frontera de Guatemala, pero de allí no tenemos noticia. Los lugares más lejanos del epicentro donde todavía se ha sentido el movimiento, son, comenzando en el N.W.: Guadalajara, San Luis Potosí, Papantla, Veracruz, San Juan Bautista y Tuxtla Gutiérrez. De Tonalá en Chiapas tenemos una noticia negativa, pero como el temblor allí fué probablemente á media noche y la intensidad ya muy pequeña, es probable que el movimiento se haya escapado.

En cuanto á la intensidad hemos utilizado la antigua escala empírica de Forel-Rossi. Es cierto que el empleo de la escala de Cancani-Forel-Mercalli daría un resultado mucho más exacto, pero para el terreno sacudido nos faltan datos de instrumentos; hasta el seismograma del Observatorio de Tacubaya es muy incompleto, porque la pluma salió del cilindro registrador y hubo una interrupción considerable en el diagrama. El cálculo según el sistema de Omori fué también imposible por la falta de objetos libres que podían haber caído,

ó por la destrucción completa de éstos; de modo que ya no se pudo calcular la posición de su centro de gravedad. Como la graduación no fué hecha según los informes de diferentes observadores, sino según las observaciones ejecutadas por nosotros mismos, y con datos recogidos en el terreno, la graduación resulta bastante uniforme. En los mapas adjuntos se han distinguido tres zonas de intensidad, de las cuales la primera comprende los grados IX-X, la segunda los de VI-IX y la tercera los de II-VI.

No hemos podido aplicar la escala Rossi-Forel, así como se acostumbra en Europa, porque tuvimos que tomar en cuenta la mala construcción de los edificios. Muchas veces el grado de destrucción en el lugar indica una intensidad mucho más alta que la que juzgamos propia; p. e. en Tixtla hubo 8 muertos y varias casas completamente destruídas; pero éstas eran de pésima construcción, mientras que la mayoría de las casas de construcción algo mejor, aunque no comparables á edificios de ladrillo bien construídos, quedaron casi intactas; además hubo un indicio importante: las campanas no habían tocado durante el temblor, no obstante de su peso relativamente corto y su posición alta. La circunstancia de que se efectúe ó no el repique de las campanas nos ha servido frecuentemente para determinar el grado de intensidad.

Ya lo hemos indicado en el capítulo anterior, que en la tercera zona de intensidad la duración disminuye hacia el exterior y que esto probablemente está en conexión con la disminución de la intensidad. En la parte interior se sintieron, probablemente, sólo los dos últimos sacudimientos más fuertes, y más afuera sólo el

tercero, de modo que según los datos del presente temblor, parece que la duración para la sensación real disminuye en proporción con la disminución de intensidad y la distancia del epicentro. No sabemos si esta regla sea verdaderamente general ó si se trata en nuestro caso de una coincidencia; quizá darán las observaciones en futuros temblores más luz sobre este punto. La clase sísmica de nuestro temblor es V según la escala de Forel.<sup>1</sup>

### 5. Fenómenos acústicos

No se han podido recoger muchos datos sobre los fenómenos acústicos; pero debemos tomar en cuenta que el temblor fué de noche y que la mayoría de las personas se despertó seguramente por los primeros movimientos, y además que allí donde hubo gran destrucción de casas de adobe, el ruido de la caída de los muros y techos se confundió con los ruidos acompañantes del temblor; esto nos fué expresado en varias de las poblaciones. No obstante de esto se notó desde luego que en todas partes se oyeron ruidos antes del temblor, y sólo en unas cuantas se notaron éstos al mismo tiempo que el movimiento.

En los siguientes lugares se han notado fenómenos acústicos antes ó durante el movimiento del temblor:

1. Acapulco..... Ruidos acompañando al segundo sacudimiento.
2. Atlamaljocingo..... Ruidos antes del temblor.

---

<sup>1</sup> A. Riggenbach—Burckhardt, Die Organisation der Erdbebenbeobachtungen in der Schweiz. Verh. d. I. internat. seismolog. Konferenz pág. 168, Leipzig 1902.

3. Ayutla.....	Ruidos antes del temblor.
4. Azoyú.....	" " " "
5. Chilpancingo.....	Tres ruidos antes del primer movimiento, quizá los hubo también durante el temblor.
6. Mazatlán, pueblo.....	Oscilaciones acompañadas de ruidos.
7. Miahuihán.....	Fuertes y prolongados ruidos antes del temblor.
8. Olinalá.....	Oscilaciones acompañadas por ruidos.
9. Ometepepec.....	Fuertes ruidos antes del temblor.
10. San Luis Allende.....	Fuertes ruidos antes del temblor.
11. San Marcos.....	Retumbos antes y durante el temblor.
12. Teotitlán.....	Oscilaciones acompañadas por ruidos.
13. Tierra Colorada.....	Fuertes ruidos antes del temblor.
14. Tixtla .....	Ligeros ruidos acompañaron al movimiento.
15. Xalpatlahuac.....	Ruidos como truenos lejanos antes del temblor.
16. Zumpango del Río.....	Ruidos antes del temblor.

Las noticias sobre Olinalá y Teotitlán se tendrán que excluir de la discusión, porque parecen vagas, estando tomada la primera de un periódico y la segunda del informe del telegrafista. Todas las otras las hemos obtenido en el mismo lugar.

Vemos que en 10 poblaciones se oyeron los ruidos antes del temblor y en una de éstas siguieron los true-



nos durante el movimiento; hay que notar que este lugar (San Marcos) se encuentra muy cerca del epicentro; sólo en tres poblaciones no se oyeron ruidos antes del movimiento, pero sí durante ellos y todos están ya bastante lejanos del epicentro.

En todas partes los ruidos fueron descritos como semejantes á los retumbos prolongados de una tempestad lejana: también los ruidos que nosotros mismos oímos antes de algunos temblores, días posteriores, (p. e. el 5 de Mayo en Tierra Colorada, el 17 de Mayo en Ayutla) se asemejaron mucho á truenos prolongados de tempestades lejanas.

### III. Origen del temblor

En los capítulos anteriores se ha visto que el temblor tuvo su origen cerca de la costa; desgraciadamente no fué posible calcular la profundidad del hypocentro, porque faltan datos de instrumentos necesarios para formar el hodógrafo y obtener así los valores máximo y mínimo de profundidad, que nos darían una idea aproximada de la profundidad media.

El epicentro está en la zona de las rocas arcaicas, particularmente el gneiss. Parece muy posible que al Sur de Ayutla exista una zona de hundimiento, la que llega quizá hasta arriba de Tecuanapa. Entre San Marcos y Ayutla y entre el primero y Cruz Grande, se encuentran numerosas vetas de cuarzo con el rumbo general de E.-W.; éstas indican una zona de fracturamiento intenso, y veremos en otro capítulo que esta misma zona desde hace siglos ha formado el epicentro de temblores más ó menos fuertes. Hay que tomar en cuenta también las grandes profundidades cerca de la costa,



lo que indica fracturas modernas. Es, pues, muy probable que estos temblores tengan un origen tectónico, no obstante de que la roca de la superficie no ha demostrado un hundimiento entre fracturas; pero es también cierto que difícilmente se demuestra su existencia en el gneiss, especialmente cuando no se han podido hacer muchas observaciones en el epicentro donde una densa vegetación cubre el suelo.

Los habitantes de Guerrero creyeron que se trataba del anuncio de la erupción de un volcán, y debemos decir que en toda la región cercana al epicentro no existen ni vestigios de rocas volcánicas modernas y menos de un volcán; las únicas rocas volcánicas que hay allí son las antiguas masas intrusivas de granitos, dioritas, etc. Así es que no se debe pensar en una erupción como la causa del temblor, y esto tanto menos cuando se trata, como veremos, de un foco sísmico muy antiguo.

#### IV. Temblores subsecuentes (After-shocks)

Durante el resto del mes de Abril se sintieron numerosos temblores subsecuentes, pero es imposible dar una enumeración completa por la falta de observaciones exactas. El Sr. A. J. Andonegui tuvo la bondad de darnos una lista de los temblores sentidos en Chilpancingo hasta el día 1.º de Mayo; otras observaciones las debemos á los telegrafistas de diferentes lugares de Guerrero, algunas observaciones hemos hecho nosotros durante el viaje. Todo esto lo damos en la lista siguiente:

# ABRIL

LUGAR Y OBSERVADOR	Fecha	Hora — h. m.	Duración en segundos	Clase de movimiento	Dirección	Grado	Observaciones
Chilpancingo. — Andonegui.	14 } 15 }	...	...	...	...	...	{ 13 pequeños movimien- tos.
Chilpancingo. — Andonegui.	16	9 25 a. m.	40.....	Oscilatorio...	.....	Débil.	
Teposcolula, Oax. — Tel.....	...	12 30 p. m.	10.....	"	.....	"	
Acapulco. — Tel.....	...	1 00 p. m.	30.....	"	E.-W.	"	
Chilpancingo. — Tel.....	...	9 30 p. m.	.....	"	"	"	
Chilapa. — Tel.....	...	9 30 p. m.	Poca...	"	.....	Fuerte.	
Salina Cruz, Oax. — Tel.....	...	9 30 p. m.	"	"	.....	"	
Silacayoapan, Oax. — Tel.....	...	9 30 p. m.	.....	"	E.-W.	"	
Chilpancingo. — Andonegui.	18	3 00 a. m.	Corta..	Oscilatorio.	.....	Suave.	
...	...	12 52 p. m.	"	"	.....	"	
...	19	3 22 a. m.	"	Trepidatorio.	.....	Intenso.	
...	...	10 03 a. m.	"	Oscilatorio...	.....	Débil.	
...	...	4 19 p. m.	15.....	"	.....	"	
...	20	1 00 a. m.	Corta..	"	.....	Intenso.	
...	...	1 27 a. m.	20.....	"	.....	Regular	
Chilpancingo. — Tel.....	20	1 30 a. m.	10.....	"	N.-S.....	intensi- dad.	
...	...	...	...	...	...	...	
Acapulco. — Tel.....	...	1 32 a. m.	2.....	"	S. E. — N W.....	"	
Chilpancingo. — Andonegui.	...	9 40 a. m.	90.....	"	.....	Débil.	
...	...	1 00 p. m.	5.....	"	.....	"	
...	...	2 00 p. m.	3.....	"	.....	"	
Andonegui.	21	1 05 a. m.	30.....	"	.....	"	
Tel.....	22	1 30 a. m.	.....	"	S.-N.....	"	
...	...	8 52 a. m.	.....	"	"	"	
Andonegui.	...	8 40 a. m.	5.....	"	.....	"	

LUGAR Y OBSERVADOR	Fecha	Hora h. m.	Duración en segundos	Clase de movimiento	Dirección	Grado	Observaciones
Chilpancingo. — <i>Andonegui</i> .	...	8.58 a. m.	10 ....	Oscilatorio y trepidatorio.	.....	Débil.	
Silacayoapan. — <i>Tel</i> .....	...	8.40 a. m.	2 .....	Oscilatorio.	.....	"	
Acapulco. — <i>Tel</i> .....	...	9.54 a. m.	2 .....	"	E. - W .....	Fuerte.	
...	...	6.29 p. m.	2 .....	Trepidatorio.	.....	"	
Ayutla. — <i>Tel</i> .....	...	6.28 p. m.	5 .....	Oscilatorio.	.....	"	
Chilpancingo. — <i>Tel</i> .....	...	6.29 p. m.	15 .....	"	N. - S. ....	Intenso.	
...	...	10.50 p. m.	30 .....	"	S. - N. ....	Débil.	
Silacayoapan. — <i>Tel</i> .....	...	11.10 p. m.	.....	.....	.....	"	
Acapulco. — <i>Tel</i> .....	23	2.45 a. m.	2 .....	Trepidatorio.	.....	Fuerte.	
Chilpancingo. — <i>Tel</i> .....	...	2.53 a. m.	17 .....	Oscilatorio y	.....	"	
<i>Andonegui</i> .	...	2.56 a. m.	45 .....	trepidatorio.	.....	"	
Silacayoapan, Oax. — <i>Tel</i> .....	...	2.55 a. m.	4 .....	Oscilatorio y	.....	"	
Chilpancingo — <i>Andonegui</i> .	24	10.11 p. m.	11 .....	trepidatorio.	.....	"	
...	...	...	...	Oscilatorio y	.....	"	
Ayutla — <i>Tel</i> .....	26	11.35 a. m.	10 ....	trepidatorio.	.....	"	
Chilpancingo. — <i>Andonegui</i> .	...	11.35 a. m.	20 .....	Oscilatorio.	.....	"	
...	...	...	...	Oscilatorio y	.....	"	
San Luis Allende. — <i>Tel</i> .....	...	11.35 a. m.	10 .....	trepidatorio.	.....	"	
Chilpancingo — <i>Andonegui</i> .	27	5.37 a. m.	10 .....	Oscilatorio y	.....	"	
...	...	...	...	trepidatorio.	.....	"	
...	...	6.36 a. m.	5 .....	Oscilatorio y	.....	"	
...	...	...	...	trepidatorio.	.....	"	
29 <sup>a</sup> 5.00 a. m.	...	5 .....	...	Oscilatorio ...	.....	Débil.	
30 1.35 a. m.	...	...	...	"	.....	"	
... 10.40 a. m.	...	...	...	"	.....	"	
30 4.25 p. m.	...	...	...	"	.....	"	

NOTA. En San Luis Allende y Ayutla hubo casi diariamente temblores con fuertes ruidos subterráneos.

# MA Y O

LUGAR Y OBSERVADOR	Fecha	Hora h m.	Duración en segundos	Clase de movimiento	Dirección	Grado	Observaciones
Juquila. Oax.—Tel.....	2	3.17 p. m.	10 ..	Oscilatorio ..	N.-S.	II.	Retumbo antes.
Chilapa.—Tel.....	...	9.20 p. m.	...	...	...	...	...
Ayutla.—Tel.....	4	10.30 a. m.	11 ..	Oscilatorio ..	...	...	...
Tierra Colorada.—García y Villaña	5	7.40 a. m.	...	...	E.-W.	III.	...
Tlapa.—Böse .....	5	7.40 a. m.	...	...	N.E.-S.W.	II.	...
Ayutla.—Tel.....	6	1.05 a. m.	Corta..	...	...	Fuerte...	Prolongado retumbo an- tes.
Azoyú.—Böse .....	9	5.45 p. m.	10.....	...	S.-N.	...	...
Acapulco.—Tel. ....	14	5.35 p. m.	1.....	Trepidatorio y oscilato- rio.....	E.N.E.—W.S.W.	III.	...
Ayutla.—Böse, García, Vi- llaña y Tel.....	15	11.45 p. m.	5 .....	...	...	Fuerte...	Ruidos subterráneos del S.
...	18	1.53 p. m.	Corta..	Trepidatorio.	...	Débil.	...
...	...	3.57 p. m.	" "	Oscilatorio ..	...	" "	...
...	...	8.20 p. m.	" "	" "	...	" "	...
...	...	9.10 p. m.	10.....	" "	...	III.....	Ruidos antes.
...	...	9.34 p. m.	15.....	" "	...	VI.....	Prolongado ruido antes.
Tel.....	20	10.05 a. m.	Corta.	" "	S.-N.	...	Ruidos antes.
...	...	1.05 p. m.	" "	" "	" "	...	Ruidos antes.
...	21	7.10 a. m.	12.....	" "	" "	...	Ruidos antes.
...	26	11.00 a. m.	12.....	" "	" "	...	Ruidos antes.
...	...	8.10 p. m.	18 .....	" "	" "	...	Ruidos antes.
...	29	9.30 p. m.	...	...	...	...	Ruidos antes.
...	30	7.08 p. m.	...	...	...	Violento.	Ruidos antes.
...	...	8.00 p. m.	...	...	...	" "	...

## JUNIO

LUGAR Y OBSERVADOR	Fecha	Hora — h. m.	Duración en segundos	Clase de movimiento	Dirección	Grado	Observaciones
Ayutla. — <i>Tel.</i> .....	4	1.55 p. m.	Corta.	Oscilatorio...	S. E. - N. W. ....	Violento.	Ruido antes.
San Marcos. — <i>Tel.</i> .....	11	12.45 p. m.	15	Trepidatorio.	" .....	Fuerte.	"
Ayutla. — <i>Tel.</i> .....	"	12.45 p. m.	"	"	" .....	"	"
San Luis Allende. — <i>Tel.</i> .....	"	12.42 p. m.	20	"	" .....	"	"
Acapulco. — <i>Tel.</i> .....	"	12.45 p. m.	3	Oscilatorio...	E. - W. ....	"	"
Ayutla. — <i>Tel.</i> .....	13	10.00 a. m.	5	"	S. E. - N. W. ....	"	"

## JULIO

Chilpancingo. — <i>Tel.</i> .....	3	11.20 a. m.	5	Oscilatorio...	" .....	Fuerte.	
Huajuapán, Oax. — <i>Tel.</i> .....		11.30 a. m.	1	"	" .....	Mediano.	Con fuertes ruidos.
Iguala. — <i>Tel.</i> .....		11.20 a. m.	10	"	" .....	Fuerte...	Con ruidos.
Ometepec. — <i>Tel.</i> .....		11.17 a. m.	15	"	S. - N. ....	"	
San Luis Allende. — <i>Tel.</i> .....		11.10 a. m.	12	"	" .....	"	
Silacayoapan, Oax. — <i>Tel.</i> .....		11.20 a. m.	6	Oscilatorio...	N. W. - S. E. ....	Mediano.	
Teposcolula, Oax. — <i>Tel.</i> .....		11.18 a. m.	6	"	E. - W. ....	"	
Tlaxiaco, Oax. — <i>Tel.</i> .....		11.30 a. m.	2	"	" .....	"	
México (según el seismogra-							
ma del péndulo de Tacuba-							
ya) .....							
Tierra Colorada. — <i>Tel.</i> .....	9	11.21.82 a. m.	principio de las ondas largas	Trepidatorio.	" .....	Débil II.	
Ayutla. — <i>Tel.</i> .....	10	9.25 p. m.	"	Oscilatorio...	" .....	Débil.	
Tierra Colorada. — <i>Tel.</i> .....		6.30 a. m.	Corta.	Oscilatorio...	S. W. - N. E. ....	Fuerte.	
Silacayoapan, Oax. — <i>Tel.</i> .....		6.30 a. m.	6	Trepidatorio.	" .....	"	
Ayutla. — <i>Tel.</i> .....		6.30 a. m.	3	Oscilatorio...	N. E. - S. W. ....	Débil.	
San Luis Allende. — <i>Tel.</i> .....	11	8.15 p. m.	Corta.	"	W. E. - S. W. - N. E.	" .....	Ruido antes.
Acapulco. — <i>Tel.</i> .....	13	7.53 a. m.	10	"	" .....	Fuerte.	
Tierra Colorada. — <i>Tel.</i> .....	20	6.18 p. m.	30	Trepidatorio.	" .....	"	Con ruido.
		6.10 p. m.	12	"	" .....	"	"

## V. Temblores anteriores procedentes del mismo foco

Ya hemos indicado en la primera parte de este informe que el epicentro de nuestro temblor representa un foco antiguo. La estadística seismológica en tiempos antiguos es naturalmente muy deficiente y en la actualidad de ningún modo completa por falta de instrumentos y de un sistema adecuado de observación. Es cierto que en los últimos 30 años se registró mayor número de temblores que anteriormente, pero las indicaciones sobre el grado de intensidad son generalmente tan vagas y las horas de observación tan contradictorias, que frecuentemente no se puede determinar el epicentro. No aconteció lo mismo en los tiempos antiguos, pues aunque sólo se registraron los temblores que produjeron catástrofes, las descripciones son tan extensas, que se logra en lo general determinar el epicentro, ó por lo menos la región pleistóséistica.

Daremos aquí primero una enumeración de los temblores que tuvieron su origen en ó cerca del epicentro que venimos estudiando.

1697, 25 de Febrero, 9 h. p. m. y 26 de Febrero 4 h. a. m.; duración 2<sup>m</sup>; varios edificios de Acapulco derribados, fuertes retumbos como de un cañoneo preceden el temblor. Se sintió en México y más adelante. Epicentro probable: costa entre Acapulco y San Marcos.

1754, del 24 de Agosto al 1.º de Septiembre varios temblores en Acapulco; el 1.º de Septiembre retrocedió el mar dejando un navío varado, el castillo y las mura-llas sumamente maltratadas, la mayoría de las casas arruinadas; se sintió en México. Epicentro probable: costa entre Acapulco y San Marcos.



1776, 21 de Abril, 4 h. p. m., 7 h. 20 m. p. m. temblores y otro más tarde, repitió el día 26. La fortaleza de San Diego en Acapulco fué arruinada, se sintió el movimiento hasta México, la Mixteca y Pochutla en Oaxaca. Epicentro probable: costa entre Acapulco y San Marcos.

1785, Enero y Febrero, varios temblores en Igualapa. Epicentro probable: costa entre Acapulco y Ometepec.

Diciembre 4, de las 7 h. 30 m. a. m. hasta las 9 h. a. m., cuatro temblores en Acapulco. Siguieron diariamente uno ó dos más suaves hasta la noche del 16. El mar no hizo movimiento, antecedían ruidos subterráneos á los temblores. Epicentro probable: costa de Acapulco.

1787, Marzo 28. A mediodía fuerte temblor en Acapulco, Ayutla é Igualapa. El mar se retiró y subió varias veces en 24 horas, bajando en Acapulco 10 pies. En la playa abierta la ola ahogó á varios individuos y gran cantidad de ganado. En la costa de Igualapa donde el temblor duró unos 7 minutos, se retiró el mar más de una legua (4 kilómetros), ahogó muchos pescadores, llevándolos legua y media (6 kilómetros) tierra adentro y dejándolos colgados y metidos entre los árboles de un monte. La ola se sintió también en Pochutla y Tehuantepec, Oaxaca. El temblor se registró en México, Morelia, Tulancingo, Veracruz y Tehuantepec. Epicentro: costa de San Marcos.

Marzo 28 hasta Abril 3, treinta y cinco temblores entre Ayutla y Ometepec.

1820, Mayo 4, á 12 h. 30 m. a. m.; dirección N.W.-S.E., duración 5 minutos, fuerte temblor en Acapulco, que repitió varias veces, causó un flujo y reflujo del mar de 50 á 60 varas (40 á 48 metros) el primero y de 20

á 25 varas (16 á 20 m.) el segundo. De las dos de la tarde hasta las tres de la mañana siguiente fué una continua repetición de temblores con 4 á 5 minutos de intervalos. Los temblores siguieron hasta el 15 de Mayo. El temblor fué notado en Puebla, Tlaxcala, Orizaba, Córdoba y Veracruz. Epicentro probable: costa de Acapulco ó San Marcos.

1837, Noviembre 22, 12 h. 30 m. a. m. fuerte temblor en Acapulco, durante 3 semanas antes de este temblor hubo generalmente dos movimientos al día. Se registró hasta Querétaro, San Luis Potosí y Veracruz. Parece que se trata de dos temblores, uno que, según Galeotti, tuvo su origen en el Ceboruco y otro derivado ó secundario (de relais) en Acapulco.

1845, Abril 7, 3 h. 30 m. p. m. fuerte temblor en Acapulco, seguido media hora después por un flujo y reflujo del mar de 40 m. y 32 m. respectivamente. El temblor se registró en los Estados de México, Michoacán, Guerrero, Puebla, Guanajuato, Colima, parte de Hidalgo, Veracruz, San Luis Potosí, Querétaro, Jalisco y en algunos lugares de Oaxaca, pero no en la capital de este último. Epicentro probable: costa de Acapulco ó San Marcos.

1852, Diciembre 4, 10 h. 20 m. p. m. fuerte temblor de trepidación y oscilación en Acapulco y Ayutla, repitiéndose los sacudimientos en los días 5, 6 y 7. El temblor fué notado hasta México, Puebla, Orizaba y Veracruz, las repeticiones en todo el Estado de Guerrero. Epicentro: costa de San Marcos.

1874, Marzo 16, 7 h. 35 m. p. m. fuerte temblor en Ayutla y Acapulco; fué notado hasta México, Puebla, Orizaba, Córdoba, Teziutlán, Maravatío, Salva-

tierra, Ario y Morelia. Epicentro: costa de San Marcos.

1880, Abril 16, 10 h. 30 m. p. m. ligero temblor oscilatorio de E. á W. en Acapulco, acompañado de ruido subterráneo que parecía venir del mar. Epicentro probable: costa de San Marcos.

1882, Septiembre 16, 5 h. 57 m. a. m. ligero temblor en San Marcos. Epicentro: costa de San Marcos.

Septiembre 25, 1 h. 17 m. a. m. ligero temblor en San Marcos. Epicentro: costa de San Marcos.

Octubre 2, 12 h. 22 m. a. m. temblor en San Marcos. Epicentro: costa de San Marcos.

Octubre 21, 12 h. 40 m. p. m. temblor en San Marcos. Epicentro: costa de San Marcos.

Noviembre 10, 11 h. a. m. temblor en San Marcos, sentido hasta Iguala, repitió poco después. Epicentro: costa de San Marcos.

Noviembre 15, 4 h. 07 m. p. m. fuerte temblor en San Marcos; repitió á las 6 h. p. m. y á las 11 h. 30 m. p. m. y á las 2 h. 25 m. a. m. del día siguiente. Sentido hasta Mexcala. Epicentro: costa de San Marcos.

Diciembre 7, 12 h. 19 m. p. m. fuerte temblor en San Marcos; las tejas cayeron, se abrieron grietas en el suelo. Repitió 12 veces. Se sintió hasta México, Puebla, Tecamachalco, Orizaba, Villa Juárez, Tehuantepec y Salina Cruz. Epicentro: costa de San Marcos.

Diciembre 19, 9 h. 15 m. a. m., temblor en San Marcos; repitió tres veces. Fué sentido hasta Orizaba y Villa Juárez. Epicentro: costa de San Marcos.

1883, Enero 18, 5 h. 30 m. a. m., temblor en San Marcos. Epicentro: costa de San Marcos.

Marzo 2, temblor en San Marcos, sentido hasta Mexcala. Epicentro: costa de San Marcos.

Marzo 10, 11 h. 30 m. p. m., temblor en San Marcos, sentido hasta Iguala. Epicentro: costa de San Marcos.

Marzo 13, 1 h. 20 m. p. m., temblor en San Marcos. Epicentro: costa de San Marcos.

Abril 17, 9 h. 20 m. a. m. temblor en San Marcos, sentido hasta Mexcala. Epicentro: costa de San Marcos.

Abril 19, 3 h. 55 m. p. m. temblor en Acapulco. Epicentro probable: costa de San Marcos.

Junio 14, 11 h. 25 m. p. m. ligero temblor en San Marcos. Epicentro: costa de San Marcos.

Junio 30, 5 h. 45 m. a. m. temblor de dos sacudimientos en San Marcos. Epicentro: costa de San Marcos.

Septiembre 17, 9 h. p. m. temblor en San Marcos, sentido en Mexcala. Epicentro: costa de San Marcos.

Octubre 7, 5 h. p. m. fuerte temblor en San Marcos, sentido en Mexcala. Epicentro: costa de San Marcos.

1884, Enero 10, 9 h. p. m., temblor en Acapulco y San Marcos. Epicentro probable: costa de San Marcos.

1887, Mayo 29, de las 2 h. 52 m. a. m., hasta las 3 h. 36 m. a. m., 8 temblores en Ayutla; de las 3 h. 37 m. a. m. hasta las 6 h. 10 m. a. m., 11 temblores; de las 8 h. 06 m. a. m. hasta las 11 h. 32 m. a. m., 7 temblores, en la tarde otros cinco más. El primero de los movimientos fué sentido hasta México, Puebla, Tecamachalco, San Andrés Chalchicomula, Orizaba, Córdoba, Jalapa, Teziutlán, Tuxpan, Oaxaca, Tehuantepec, Juchitán. Epicentro: costa de San Marcos.

Mayo 30, 2 h. a. m., temblor de dos sacudimientos en Ayutla, sentido hasta Iguala; 4 temblores más durante el día. Epicentro: costa de San Marcos.

Mayo 31, tres temblores en la mañana en Ayutla, se sintieron quizá hasta Chilpancingo y Chilapa. Epicentro: costa de San Marcos.

Agosto 10, 3 h. a. m., temblor en Ayutla. Epicentro: costa de San Marcos.

Agosto 29, 6 h. 27 m. a. m., temblor en Ayutla. Epicentro: costa de San Marcos.

1889, Junio 17, 8 h. 15 m. a. m., temblor en Ayutla, oscilatorio de E. á W., se sintió hasta Chilapa. Epicentro: costa de San Marcos.

Durante los años 1892-94 faltan los datos.

1896, Marzo 18, fuerte temblor oscilatorio en toda la costa de Guerrero. Epicentro: costa de San Marcos.

Septiembre 1.º, temblor sentido en Acapulco, San Marcos y San Luis Allende. Epicentro: costa de San Marcos.

Octubre 14, temblor en Ayutla. Epicentro: costa de San Marcos.

Octubre 17, en la mañana temblor en San Luis Allende, Ayutla y San Marcos. Epicentro: costa de San Marcos.

1897, Junio 15, 10 h. 01 m. p. m., temblor muy fuerte en San Marcos, repitió á las 10 h. 30 m. Se sintió hasta México, Puebla y Veracruz. Epicentro: costa de San Marcos.

Junio 18, 10 h. 05 m. p. m., temblor trepidatorio en Ayutla. Fué sentido en casi toda la costa de Guerrero y Oaxaca. Epicentro: costa de San Marcos.

Junio 23, varios temblores acompañados de ruidos



subterráneos en San Marcos. Epicentro: costa de San Marcos.

Junio 26, en la noche varios temblores en San Marcos. Epicentro: costa de San Marcos.

Julio 6, 6 h. 02 m. p. m., fuerte temblor trepidatorio en San Marcos. Epicentro: costa de San Marcos.

Agosto 24, 1 h. a. m., fuerte temblor precedido, acompañado y seguido de ruidos subterráneos en San Marcos. Epicentro: costa de San Marcos.

Agosto 24, 7 h. 23 m. p. m., fuerte temblor trepidatorio en San Marcos. Epicentro: costa de San Marcos.

Septiembre 19, 2 h. 07 m. p. m., fuerte temblor en San Marcos; derrumbó una pared. Epicentro: costa de San Marcos.

Noviembre 19, 10 h. 36 m. a. m., temblor en San Marcos, se sintió hasta México, Puebla y Morelia. Epicentro: costa de San Marcos.

1898, Febrero 11, 7 h. 45 m. p. m., ligero temblor en San Marcos, sentido hasta Chilapa y Silacayoapan. Epicentro: costa de San Marcos.

Marzo 1.º, 9 h. 50 m. a. m., fuerte temblor con ruidos subterráneos en San Marcos, sentido en toda la Costa Chica. Epicentro: costa de San Marcos.

Marzo 9, 8 h. 10 m. a. m. y 8 h. p. m. ligeros temblores en San Marcos. Epicentro: costa de San Marcos.

Abril 4, 11 h. 12 m. p. m., 12 h. 45 m. p. m., 12 h. 50 m. p. m., 2 h. 35 m. p. m. y 2 h. 43 m. p. m. temblores en San Marcos: casi todos fueron sentidos en toda la Costa Chica. Epicentro: costa de San Marcos.

Junio 13, 9 h. 05 m. a. m., temblor en San Marcos y Acapulco. Epicentro: costa de San Marcos.



Junio 21, 5 h. 55 m. p. m., 6 h. 10 m. p. m. y 7 h. 15 m. p. m. temblores en Ayutla, San Luis Allende y Ometepec; el primero fué sentido hasta Tlaxcala. Epicentro: costa de San Marcos.

Agosto 3, 4 h. 05 m. p. m., temblor en Ayutla. Epicentro: costa de San Marcos.

Diciembre 8, 2 h. a. m., temblor en San Marcos y Ayutla. Epicentro: costa de San Marcos.

1899, Enero 24, 5 h. 25 m. a. m., fuerte temblor en San Marcos. Se sintió hasta México, Puebla y Perote. Epicentro: costa de San Marcos.

Diciembre 17, 1 h. 20 m. p. m., fuerte temblor en Ayutla. Epicentro: costa de San Marcos.

1902, Marzo 9, en la tarde temblor en San Marcos. Epicentro: costa de San Marcos.

Mayo 28, en la mañana temblor en San Marcos. Epicentro: costa de San Marcos.

Julio 13, 11 h. 10 m. p. m., temblor en San Marcos. Epicentro: costa de San Marcos.

Octubre 10, 4 h. 10 m. p. m., temblor en San Marcos. Epicentro: costa de San Marcos.

Octubre 26, 7 h. a. m., temblor en Acapulco y San Marcos. Epicentro: costa de San Marcos.

Octubre 27, 3 h. a. m., temblor en Acapulco y San Marcos. Epicentro: costa de San Marcos.

1903, Septiembre 3, 10 h. p. m., temblor en Ayutla y San Luis Allende. Epicentro: costa de San Marcos.

Octubre 17, 6 h. 50 m. p. m., temblor en Ayutla y San Luis Allende. Epicentro: costa de San Marcos.

1904, Enero 9, 8 h. 20 m. p. m., temblor fuerte en San Marcos. Se sintió hasta México. Epicentro: costa de San Marcos.

Enero 11, en la tarde temblor en San Marcos. Epicentro: costa de San Marcos.

Marzo 24, 9 h. 32 m. a. m., temblor en Ayutla. Epicentro: costa de San Marcos.

1905, Marzo 15, 6 h. 33 m. a. m., temblor en Ayutla. Epicentro: costa de San Marcos.

Abril 27, 3 h. 55 m. p. m., temblor en Ayutla; sentido hasta Teposcolula y Tlaxiaco. Epicentro: costa de San Marcos.

Diciembre 13, 7 h. 55 m. p. m., temblor en Ayutla y San Marcos; sentido hasta Iguala. Epicentro: costa de San Marcos.

1906, Enero 12, 4 h. 30 m. p. m., temblor en Ayutla, sentido en Chilpancingo. Epicentro: costa de San Marcos.

Marzo 24, 4 h. 35 m. a. m., temblor en Ayutla. Epicentro: costa de San Marcos.

La lista anterior prueba que el epicentro en la costa de San Marcos representa un foco antiguo y que ha habido allí un gran número de sacudimientos. En los tiempos antiguos todas las noticias vienen de Acapulco, pero en algunos casos se ve claramente que el epicentro estuvo en la costa de San Marcos. Ya en el temblor de 1754 se menciona una ola producida por el temblor, semejante á la del 14 de Abril de 1907, y lo mismo fué el caso en el sacudimiento del 28 de Marzo de 1787, siendo este temblor muy semejante en su fuerza, sus efectos y su extensión al movimiento estudiado en los capítulos anteriores; vemos mencionado allí la ola del mar y la extensión del movimiento hasta Morelia, Tulancingo, Veracruz y Tehuantepec, así como un gran número de sacudimientos subsecuentes. Fuer-

tes temblores del epicentro en la costa de San Marcos se han producido de vez en cuando, pero el temblor del 14 de Abril de 1907, parece haber sido uno de los más terribles de este foco. Movimientos ligeros se registraron casi todos los años, como se ve en los datos de los tiempos más recientes.

La costa de San Marcos no es seguramente un epicentro aislado, sino pertenece á una línea sísmica bastante larga, que se extiende de la desembocadura del Río Balsas hasta Jamiltepec, es decir, una línea de unos 560 kilómetros. En esta línea existe una serie de focos de temblores, como Jamiltepec, Ometepec, Igualapa, Acapulco, San Jerónimo, Zihuatanejo, etc. Es cierto que no conocemos todavía la posición exacta de estos focos y la determinación de los diferentes puntos será uno de los futuros temas de la seismología en México. Pero con la ayuda de la estadística seismológica podemos fijar aproximadamente una serie de diferentes epicentros que todos se encuentran en la línea mencionada arriba. Aun la determinación aproximada de los epicentros es á veces bastante difícil, porque cuando acontece un temblor en uno de estos epicentros, frecuentemente éste causa la ruptura del equilibrio de la tensión en otro foco vecino y así ocasiona un temblor derivado (de relais) que naturalmente borra en algo los rasgos principales del temblor principal. Esto es el caso especialmente cuando acontece una serie de temblores de intensidad creciente hasta un punto de culminación ó máximum seguido por sacudimientos de intensidad decreciente, hasta que los movimientos terminan por completo (Erdbeben-Schwärme); en tal caso la mayoría de los temblores proviene de deter-

minado epicentro, pero mezclados entre estos sacudimientos se notan también sacudimientos que salen de epicentros vecinos. Antes de citar ejemplos que ilustren esta cuestión daremos una lista de los temblores que provienen de epicentros vecinos al de San Marcos y que se encuentran sobre la mencionada línea de temblores. No damos listas separadas para los diferentes epicentros, para que se vea más fácilmente las influencias de un epicentro sobre los otros, naturalmente tomando en cuenta también la lista que dimos al principio de este capítulo.

1784. Agosto 25.....	Epicentro: Costa de Ometepe.			
1789. Abril 30.....	"	"	"	Igualapa.
1854. Octubre 9.....	"	"	"	Ometepe.
1868. Mayo 25.....	"	"	"	San Jerónimo (Costa Grande).
1871. Abril 7.....	"	"	"	Acapulco.
1875. Julio 27.....	"	"	"	"
1877. Julio 3.....	"	"	"	"
1878. Enero 30.....	"	"	"	"
Octubre 11.....	"	"	"	"
1879. Junio 4.....	"	"	"	"
Diciembre 7.....	"	"	"	"
Diciembre 26....	"	"	"	"
1880. Octubre 11.....	"	"	"	"
Octubre 27.....	"	"	"	"
Diciembre 23...	"	"	"	"
1881. Octubre 17.....	"	"	"	"
1882. Abril 26.....	"	"	"	"
Abril 27.....	"	"	"	"
Mayo 2.....	"	"	"	"
Mayo 12.....	"	"	"	"
Junio 5.....	"	"	"	"
Septiembre 18...	"	"	"	"

1886. Mayo 10.....	Epicentro: Costa de Acapulco.			
Noviembre 20...	"	"	"	"
1887. Abril 17.....	"	"	"	"
Octubre 10.....	"	"	"	"
Octubre 22.....	"	"	"	"
Octubre 23.....	"	"	"	"
Octubre 25.....	"	"	"	"
Noviembre 1 <sup>o</sup> ...	"	"	"	"
1888. Abril 25.....	"	"	"	"
1889. Enero 8.....	"	"	"	"
Febrero 12.....	"	"	"	"
Octubre 1 <sup>o</sup> .....	"	"	"	"
1890. Enero 8. ....	"	"	"	"
Diciembre 2. ....	"	entre Ometepec y Azoyú.		
1892-94. ....	Faltan datos.			
1895. Febrero 15.....	Epicentro: Costa de Acapulco.			
Abril 3.....	"	"	"	"
Mayo 11.....	"	"	"	"
Julio 21. ....	"	"	"	"
Octubre 10.....	"	"	"	San Luis de Guerrero (Costa Grande).
Octubre 12.....	"	"	"	Acapulco.
Noviembre 21...	"	"	"	"
Noviembre 23...	"	"	"	San Luis de Guerrero (Costa Grande).
Noviembre 30...	"	"	"	Acapulco.
1896. Enero 13.....	"	"	"	"
Enero 16.....	"	"	"	"
Enero 26.....	"	"	"	"
Febrero 18.....	"	"	"	"
Julio 25. ....	"	entre Ometepec y San Luis Allende.		
Agosto 19.....	"	entre Ometepec y San Luis Allende.		
Octubre 16.....	"	"	"	Acapulco.
Noviembre 12...	"	"	"	"

1896. Diciembre 26....	Epicentro: Costa de Acapulco.		
1897. Enero 21.....	"	"	Ometepec.
Febrero 15.....	"	"	San Luis Allende.
Febrero 19.....	"	"	San Luis de Guerrero (Costa Grande).
Febrero 27.....	"	"	Acapulco.
Abril 21.....	"	"	San Luis de Guerrero (Costa Grande).
Mayo 23.....	"	"	San Luis Allende.
Junio 12.....	"	"	Acapulco.
Junio 13.....	"	"	"
Junio 20.....	"	"	"
Julio 3.....	"	"	San Luis de Guerrero (Costa Grande).
Julio 8.....	"	"	San Luis Allende.
Julio 10.....	"	"	Acapulco.
Julio 24.....	"	"	San Luis Allende.
Julio 30.....	"	"	Acapulco.
Agosto 4.....	"	"	Zihuatanejo (Costa Grande).
Agosto 12.....	"	"	Acapulco.
Agosto 18.....	"	"	Zihuatanejo (Costa Grande).
Septiembre 29...	"	"	Acapulco.
Octubre 12.....	"	"	"
Octubre 13.....	"	"	San Luis Allende.
Octubre 15.....	"	"	Acapulco.
Octubre 20.....	"	"	"
Octubre 22.....	"	"	San Jerónimo (Costa Grande).
Octubre 23.....	"	"	Acapulco.
Octubre 24.....	"	"	Zihuatanejo (Costa Grande).
Octubre 25.....	"	"	Acapulco.
Octubre 26.....	"	"	"
Octubre 29.....	"	"	"



1897. Noviembre 22...	Epicentro: Costa entre Ometepec y San Luis Allende.		
Diciembre 6.....	„	„	de Acapulco.
Diciembre 7.....	„	„	„
Diciembre 10....	„	„	„
Diciembre 13....	„	„	„
Diciembre 16....	„	„	„
Diciembre 27....	„	„	„
1898. Enero 21.....	„	„	„
Enero 22.....	„	„	San Luis Allende.
Enero 29.....	„	„	Acapulco.
Febrero 2.....	„	„	„
Febrero 25.....	„	„	„
Mayo 8.....	„	„	„
Junio 10 .....	„	„	Aguas Blancas (Costa Grande).
Junio 28 .....	„	„	idem.
Junio 30 .....	„	Costa Grande.	
Noviembre 8....	„	„	„
Diciembre 27....	„	Costa de Acapulco.	
1899. Enero 24.....	„	Costa Grande.	
Enero 26.....	„	„	„
Enero 28.....	„	„	„
Enero 31.....	„	„	„
Febrero 2.....	„	Costa de Acapulco.	
Febrero 4.....	„	Costa Grande.	
Febrero 5.....	„	Costa de Ometepec.	
Febrero 6.....	„	Costa Grande.	
Febrero 11 .....	„	Costa de Acapulco.	
Marzo 3, .....	„	Costa Grande.	
Marzo 8. ....	„	„	„
Marzo 10. ....	„	„	„
Marzo 15. ....	„	„	„
Marzo 24. ....	„	„	„
Abril 3.....	„	Costa de Ometepec.	
Abril 23.....	„	Costa Grande.	

	Mayo 3.....	Epicentro: Costa Grande.	
	Mayo 5.....	" "	" "
	Mayo 6.....	" Costa de Ometepec y San Luis Allende.	
	Mayo 22.....	" Costa Grande.	
	Mayo 24.....	" "	" "
	Junio 1º.....	" "	" "
	Junio 19.....	" "	" "
	Septiembre 12...	" "	" "
	Octubre 31 .....	" "	" "
	Noviembre 24...	" "	" "
	Diciembre 30....	" "	" "
1900.	Enero 23.....	" "	" "
	Enero 24.....	" "	" "
	Enero 25.....	" "	" "
	Febrero 14.....	" "	" "
	Abril 14.....	" "	" "
	Junio 21 .....	" "	" "
	Junio 22 .....	" "	" "
	Junio 26 .....	" "	" "
	Agosto 11 .....	" "	" "
	Septiembre 1º...	" Costa de San Luis Allende.	
	Noviembre 27...	" Costa Grande.	
1901.	Febrero 22 .....	" "	" "
	Noviembre 10...	" "	" "
	Noviembre 27...	" Costa de Acapulco.	
	Diciembre 18....	" Costa Grande.	
1902.	Enero 5.....	" Costa de San Luis Allende.	
	Enero 24.....	" Costa Grande.	
	Febrero 15.....	" "	" "
	Febrero 24.....	" "	" "
	Mayo 22.....	" "	" "
	Julio 22. ....	" Costa de Acapulco.	
	Septiembre 4....	" de San Luis Allende.	
	Septiembre 21...	" Costa Grande.	
	Octubre 7.....	" Costa de Ometepec.	

	Octubre 12.....	Epicentro: Costa de Acapulco.
	Octubre 26.....	" " " "
	Noviembre 24...	" Costa de Ometepepec.
	Noviembre 27...	" Costa Grande.
1903.	Febrero 25.....	" Costa de Acapulco.
	Febrero 25.....	" " " Aguas Blancas (Costa Grande).
	Febrero 26.....	" " " Acapulco.
	Marzo 26.....	" " " "
	Marzo 27.....	" " " "
	Marzo 27.....	" " " "
	Marzo 28.....	" " " "
	Mayo 19.....	" " " "
	Mayo 20.....	" " " "
	Mayo 20.....	" " " Ometepepec.
	Mayo 29.....	" " " Acapulco.
	Junio 4.....	" " " "
	Junio 9.....	" " " "
	Agosto 14.....	" " " Ometepepec.
	Noviembre 15...	" " " "
	Diciembre 2.....	" " " "
1904.	Enero 3.....	" " " San Luis de Allende.
	Enero 30.....	" " " Ometepepec.
	Febrero 15.....	" " " "
	Marzo 12.....	" " " San Luis de Guerrero (Costa Grande).
	Marzo 25.....	" " " La Unión (Costa Grande).
	Abril 2.....	" " " San Luis de Guerrero (Costa Grande).
	Abril 12.....	" " " San Jerónimo (Costa Grande).
	Mayo 25.....	" Costa Grande.
	Junio 6.....	" Costa de Ometepepec.
	Junio 9.. .....	" " " San Jerónimo (Costa Grande).

Junio 10 .....	Epicentro: Costa de La Unión (Costa Grande).
Julio 20. ....	" " " San Luis Allende.
Agosto 7 .....	" " " Acapulco.
Agosto 25 .....	" " " San Jerónimo (Costa Grande).
Septiembre 22...	" " " San Jerónimo (Costa Grande).
Diciembre 11....	" Costa Grande.
Diciembre 14....	" " "
Diciembre 25....	" " " San Luis de Guerrero (Costa Grande).
1904. Diciembre 31....	" " " Ometepec.
Febrero 13.....	" " " "
Marzo 26.....	" " " La Unión (Costa Grande).
Mayo 13.....	" " " San Luis de Guerrero (Costa Grande).
Julio 15. ....	" " " Aguas Blancas (Costa Grande).
Julio 23.....	" " " Acapulco.
Julio 26. ....	" " " "
Octubre 26.....	" " " San Jerónimo (Costa Grande).
Noviembre 15 ..	" " " Zihuatanejo (Costa Grande).
1906. Marzo 16.....	" " " San Luis Allende.
Junio 3 .....	" Costa Grande.
Junio 4.... ..	" " "
Junio 25 .....	" " de Aguas Blancas (Costa Grande).
Julio 31. ....	" " " Aguas Blancas (Costa Grande).
Diciembre 31....	" Costa Grande.

En la lista anterior vemos comprobado lo que dijimos anteriormente á saber: que en toda la línea de temblores hay casi constantemente movimientos que provienen de diferentes focos. En los años 1879 hasta 1882 hubo una actividad grande en el foco de Acapulco; es cierto que no se registraron movimientos en todos los meses, y es posible que durante este tiempo hubo varias series de temblores, pero debemos también tomar en cuenta que en aquel tiempo el registro era todavía más deficiente que actualmente y que probablemente se anotaron solamente los movimientos de una intensidad relativamente grande. Otro período de actividad hallamos en el año 1887, especialmente en los meses de Octubre y Noviembre. En este caso la serie comenzó con un sacudimiento intenso el 10 de Octubre y los movimientos siguientes pueden considerarse como sacudimientos subsecuentes (*After shocks*, *Nachbeben*). Desde 1895 comenzó un período de actividad en el foco ó mejor dicho, los focos de la Costa Grande; especialmente intensa es la serie de temblores de estos focos en el año 1899-1900. En el año 1903 notamos otra vez temblores muy frecuentes que provienen de los focos de la Costa Chica, mientras que en los años de 1904-1906 predominan de nuevo los movimientos de los focos de la Costa Grande. Finalmente en 1907 comenzaron los movimientos fuertes en la Costa Chica, que tuvieron como principio el gran temblor del 14 de Abril.

Pero vemos de la lista también que las series de movimientos no provienen únicamente de un epicentro, sino frecuentemente se mezclan entre los de un foco, otros de un foco diferente pero vecino, p. e. en la serie del foco de Acapulco de Febrero á Junio de 1903, en-

contramos el 20 de Mayo un temblor de Ometepe; en Agosto de 1903 hasta Febrero de 1904, encontramos casi únicamente temblores en Ometepe, pero en Marzo de 1904 comienzan fuertes movimientos en la Costa Grande. Frecuentemente los movimientos de un foco habrán servido para romper el equilibrio de tensión en el otro. Un ejemplo notable tenemos en el temblor del 22 de Noviembre de 1837, cuando un temblor del Ceboruco parece haber ocasionado un temblor del foco de Acapulco ó San Marcos.

Ya hemos mencionado que frecuentemente se observa que una serie de movimientos comienza con un sacudimiento fuerte al cual siguen numerosos sacudimientos de menor intensidad, p.e. del epicentro de la costa de San Marcos en 1785, 1787, 1820, 1852, etc., pero notamos también que á veces una serie comienza con movimientos suaves, la intensidad crece en los sacudimientos que siguen para llegar á un máximum y después decrece la intensidad de los movimientos, hasta que el período de actividad termina por completo (Erdbeben-Schwärme). Esto p. e. aconteció en el año 1837; en el principio del mes de Noviembre de aquel año comenzó una serie con movimientos suaves que duraron unas tres semanas; el 22 de Noviembre aconteció un sacudimiento fuerte al cual siguieron todavía movimientos menos intensos. Un caso semejante hallamos en 1882; los temblores comenzaron el 16 de Septiembre, alcanzaron un máximum de intensidad el 7 de Diciembre y los movimientos subsecuentes duraron hasta Enero de 1884. Una serie menos larga pero también bastante bien definida la encontramos en el año de 1897. Los temblores comenzaron el 15 de Junio, lle-



garon á su máximum de intensidad el 19 de Noviembre; probablemente siguieron todavía sacudimientos menos intensos, pero estos no fueron registrados ó son quizá aquellos que se anotaron como proviniendo del foco de Acapulco.

Hemos escogido aquí solamente algunos ejemplos; estudiando las listas se encontrarán fácilmente otros. Pero no debemos dar demasiada importancia á nuestra estadística, porque ésta es muy defectuosa, y por este defecto podríamos fácilmente hacer conclusiones erróneas; todavía hoy las oficinas de telégrafo registran en muchas partes sólo los sacudimientos de alguna intensidad y no se ocupan de los que son algo más ligeros.

# VI. Datos instrumentales con los valores de los ángulos de tiempo y distancia, y la velocidad deducidos de estos datos

Núm.	Lugar de observación	Distancia epicentral Aroo	Instrumento	Fase	Componente	Tiempo, hora de Greenwich	Ángulo de tiempo y distancia	Velocidad de superficie, v
						h m s	o ' "	Kilómetros
1	México.....	292	Péndulo horizontal Bosch...	I (V <sub>1</sub> ) II (B) I (V <sub>1</sub> ) II (B)	N.-S. " E.-W. "	6 08 34 6 09 02 6 08 50 6 09 05	49 20 36 64 46 52 59 42 54 65 48 32	8 59 4 71 5 84 4 49
2	Washington .....	3,280	Péndulo horizontal Bosch Omori.....	I (V <sub>1</sub> ) II (V <sub>2</sub> ) III (B) I (V <sub>1</sub> ) II (V <sub>2</sub> ) III (B)	N.-S. " " E.-W. " "	6 14 19 6 19 28 6 26 56 6 14 19 6 19 34 6 15 02 6 20 20 6 27 59	49 07 33 64 30 40 73 53 42 49 07 33 64 42 13 51 39 53 65 43 38 74 26 50	8 65 4 77 2 89 8 65 4 73 7 91 4 51 2 78
3	Baltimore.....	3,337	Péndulo horizontal Bosch...	I (V <sub>1</sub> ) II (V <sub>2</sub> ) III (B)	N.-S. " "	6 14 00 6 14 30 6 20 00	45 31 48 46 00 05 62 23 17	9 82 9 66 5 23
4	Toronto .....	3,534	Péndulo horizontal Milne...	I (V <sub>1</sub> ) II (V <sub>2</sub> ) III (B)	N.-S. " "	6 29 00 6 15 00 6 19 25	73 21 33 45 28 03 42 14 23	2 99 9 84 11 01
5	Albany.....	3,766	Péndulo horizontal Bosch...	I (V <sub>1</sub> ) II (V <sub>2</sub> ) III (B)	N.-S. " "	6 28 25 6 41 45 6 19 34	58 22 25 69 34 03 42 36 43	6 16 8 73 10 87
6	Victoria B. C.....	4,132	Péndulo horizontal Milne...	I (V <sub>1</sub> ) II (V <sub>2</sub> ) III (B)	E.-W. " "	6 28 52 6 42 17 6 20 00	58 55 43 69 51 35 39 21 00	6 03 8 67 12 20
7	Río de Janeiro...	7,544	Péndulo horizontal Bosch...	I (V <sub>1</sub> ) II (V <sub>2</sub> ) III (B)	N.-S. " "	6 15 00 6 19 25 6 20 00	45 28 03 42 14 23 62 23 17	9 84 11 01 5 23
8	Paisley.....	8,781	Péndulo horizontal Milne...	I (V <sub>1</sub> ) II (V <sub>2</sub> ) III (B)	N.-S. " "	6 15 00 6 19 25 6 20 00	45 28 03 42 14 23 62 23 17	9 84 11 01 5 23

Núm.	Lugar de observación	Distancia epicentral en		Instrumento	Fase	Componente	Tiempo, hora de Greenwich		Ángulo de tiempo y distancia		Velocidad de superficie, $v$					
		Arco	Cuerda				h	m	s	°		'	''	Kilómetros		
9	Coimbra.....	8,900	8,195	Péndulo horizontal Milne...	I (V <sub>1</sub> ) II (V <sub>2</sub> ) I (V <sub>1</sub> ) II (V <sub>2</sub> ) III (B)	N.-S. " E.-W. " " .....	6	20	48	40	47	30	11.59			
10	Shide.....	9,130	8,374	El mismo.....	I (V <sub>1</sub> )	"	6	31	36	57	50	58	6.29			
11	Kew.....	9,172	8,402	El mismo.....	I (V <sub>1</sub> ) II (V <sub>2</sub> ) III (B)	N.-S. " "	6	20	48	40	47	30	11.59			
12	San Fernando (Cadiz).....	9,191	8,416	El mismo.....	I (V <sub>1</sub> ) II (V <sub>2</sub> ) I (V <sub>1</sub> ) II (B)	..... E.-W. " N.-S.	6	20	48	40	47	30	11.59			
13	Granada.....	9,393	8,567	Péndulo horizontal.....	I (V <sub>1</sub> ) II (B) I (V <sub>1</sub> ) II (B) III (B)	..... E.-W. " N.-S. "	6	20	35	6	31	24	57	37	45	6.34
14	Paris <sup>1</sup> .....	9,445	8,605	Tromom, Omori.....	I (V <sub>1</sub> ) II (B) III (B)	NW.-SE. " .....	6	45	06	68	12	27	4.00			
15	Hamburgo.....	9,736	8,818	Péndulo horizontal Milne...	I (V <sub>1</sub> ) II (V <sub>2</sub> ) III (B)	N.-S. " "	6	20	00	38	15	35	12.68			
16	Strassburgo.....	9,826	8,883	Péndulo astático de Wiechert	I (V <sub>1</sub> ) II (V <sub>2</sub> ) III (B)	..... E.-W. " "	6	19	58	38	03	16	12.77			
					I (V <sub>1</sub> ) II (V <sub>2</sub> ) III (B)	..... E.-W. " "	6	31	02	56	25	43	6.64			
					I (V <sub>1</sub> )	"	6	48	34	69	21	08	3.77			
					I (V <sub>1</sub> ) II (V <sub>2</sub> ) I (V <sub>1</sub> ) II (B)	..... E.-W. " N.-S.	6	20	00	38	04	28	12.77			
					I (V <sub>1</sub> ) II (B) I (V <sub>1</sub> ) II (B) III (B)	..... E.-W. " N.-S. "	6	31	06	56	27	02	6.63			
					I (V <sub>1</sub> ) II (B) I (V <sub>1</sub> ) II (B) III (B)	..... E.-W. " N.-S. "	6	20	35	38	47	31	12.44			
					I (V <sub>1</sub> ) II (B) III (B)	..... E.-W. " N.-S.	6	46	13	67	43	27	4.10			
					I (V <sub>1</sub> ) II (B) III (B)	..... E.-W. " N.-S.	6	20	35	38	47	31	12.44			
					I (V <sub>1</sub> ) II (B) III (B)	..... E.-W. " N.-S.	6	50	40	69	51	04	3.67			
					I (V <sub>1</sub> ) II (B) III (B)	..... E.-W. " N.-S.	6	20	35	38	47	32	12.44			
					I (V <sub>1</sub> ) II (B) III (B)	..... E.-W. " N.-S.	6	40	20	64	09	54	4.84			
					I (V <sub>1</sub> ) II (B) III (B)	..... E.-W. " N.-S.	6	20	39	38	47	08	12.44			
					I (V <sub>1</sub> ) II (B) III (B)	..... E.-W. " N.-S.	6	31	03	55	40	10	6.83			
					I (V <sub>1</sub> ) II (B) III (B)	..... E.-W. " N.-S.	6	49	03	69	01	10	3.83			
					I (V <sub>1</sub> ) II (V <sub>2</sub> ) III (B)	..... E.-W. " "	6	20	48	38	16	02	12.68			
					I (V <sub>1</sub> ) II (V <sub>2</sub> ) III (B)	..... E.-W. " "	6	32	15	56	12	43	6.69			
					I (V <sub>1</sub> ) II (V <sub>2</sub> ) III (B)	..... E.-W. " "	6	46	20	67	03	42	4.23			
					I (V <sub>1</sub> ) II (V <sub>2</sub> ) III (B)	..... E.-W. " "	6	21	07	38	57	00	12.37			
					I (V <sub>1</sub> ) II (V <sub>2</sub> ) III (B)	..... E.-W. " "	6	31	58	55	54	00	6.77			
					I (V <sub>1</sub> )	N.-S.	6	45	12	66	26	00	4.36			
					I (V <sub>1</sub> )	N.-S.	6	21	22	39	13	17	12.25			

<sup>1</sup> Según G. Bigourdan, C.-R. Acad. Sc. Paris 1907, pág. 823.

Núm.	Lugar de observación	Distancia epicentral en Arco	Instrumento	Fase	Combinación	Tiempo, hora de Greenwich	Ángulo de tiempo y distancia	Velocidad de superficie y
—	—	—	—	—	—	h m s	o ' "	Kilómetros
16	Strassburgo .....	9,826	Péndulo astático de Wiechert.	II (V <sub>2</sub> )	N.-S.	6 32 05	55 47 03	6.80
				III (B)	"	6 45 00	66 07 31	4.43
				I (V <sub>1</sub> )	E.-W.	6 21 14	38 56 25	12.38
				II (V <sub>2</sub> )	"	6 32 05	55 47 03	6.80
				III (B)	"	6 45 00	66 07 31	4.43
17	Göttingen.....	9,830	Péndulo Rebeur.....	I (V <sub>1</sub> )	N.-S.	6 21 18	39 04 52	12.31
				II (V <sub>2</sub> )	"	6 32 12	55 54 47	6.77
				III (B)	"	6 43 30	64 55 30	4.68
				I (V <sub>1</sub> )	.....	6 21 00	38 25 54	12.60
				II (V <sub>2</sub> )	.....	6 31 51	55 30 49	6.87
18	Hohenheim .....	9,917	Péndulo horizontal.....	III (B)	.....	6 46 00	66 40 38	4.31
				I (V <sub>1</sub> )	.....	6 21 13	38 38 50	12.51
				II (V <sub>2</sub> )	.....	6 31 54	55 20 01	6.92
				III (B)	.....	6 48 11	67 38 30	4.11
				I (V <sub>1</sub> )	.....	6 21 18	38 41 37	12.49
19	Jena.....	9,963	Péndulo Rebeur-Ehlert.....	II (V <sub>2</sub> )	.....	6 31 54	55 12 35	6.95
				III (B)	.....	6 49 00	67 57 08	4.05
				I (V <sub>1</sub> )	N.-S.	6 22 25	40 54 40	11.54
				II (V <sub>2</sub> )	"	6 33 25	56 47 35	5.55
				III (B)	"	6 55 50	70 49 20	3.48
20	Moncalieri.....	9,982	Péndulo horizontal .....	I (V <sub>1</sub> )	E.-W.	6 22 20	40 44 48	11.61
				II (V <sub>2</sub> )	"	6 33 00	56 21 27	6.65
				III (B)	"	6 51 51	69 13 24	3.79
				I (V <sub>1</sub> )	N.NW.	6 22 04	40 12 55	11.83
				II (V <sub>2</sub> )	"	6 33 00	56 21 27	6.65
21	Leipzig.....	9,992	Péndulo vertical.....	III (B)	"	6 55 54	70 50 49	3.47
				I (V <sub>1</sub> )	E.NE.	6 22 25	40 54 40	11.54
				II (V <sub>2</sub> )	"	6 33 06	56 27 47	6.63
				III (B)	"	6 54 12	70 11 46	3.60
				I (V <sub>1</sub> )	N.-S.	6 21 14	38 28 19	12.58
21	Leipzig.....	9,002	Péndulo astático de Wiechert	II (V <sub>2</sub> )	N.-S.	6 32 05	55 47 03	6.80
				III (B)	"	6 45 00	66 07 31	4.43
				I (V <sub>1</sub> )	E.-W.	6 21 14	38 56 25	12.38
				II (V <sub>2</sub> )	"	6 32 05	55 47 03	6.80
				III (B)	"	6 45 00	66 07 31	4.43

Núm.	Lugar de observación	Distancia epicentral en		Instrumento	Fase	Componente	Tiempo hora de Greenwich			Angulo de tiempo de distancia			Velocidad superficie, v
—	—	Arco	Queda	—	—	—	h	m	s	o	'	"	Kilómetros
21	Leipzig.....	9,992	9,002	Péndulo astático de Wiechert	II (V <sub>2</sub> ) III (B)	N.-S.	6	31	53	55	06	46	6.97
22	Munich.....	10,104	9,080	Péndulo horizontal.....	I (V <sub>1</sub> ) II (V <sub>2</sub> ) III (B)	E.-W.	6	21	28	35	38	56	12.51
					I (V <sub>1</sub> ) II (V <sub>2</sub> ) III (B)	"	6	32	03	55	00	00	7.00
					I (V <sub>1</sub> ) II (V <sub>2</sub> ) III (B)	"	6	52	18	69	11	11	3.80
					I (V <sub>1</sub> ) II (V <sub>2</sub> ) III (B)	N.-S.	6	21	28	38	38	57	12.51
					I (V <sub>1</sub> ) II (V <sub>2</sub> ) III (B)	"	6	32	02	54	58	53	7.01
23	Kremsmünster ...	10,274	9,199	Péndulo horizontal Ehlert...	I (V <sub>1</sub> ) I (V <sub>1</sub> ) I (V <sub>1</sub> )	N.-S.	6	21	47	38	49	56	12.42
					I (V <sub>1</sub> ) I (V <sub>1</sub> ) I (V <sub>1</sub> )	E.-W.	6	21	47	38	49	56	12.42
					I (V <sub>1</sub> ) I (V <sub>1</sub> ) I (V <sub>1</sub> )	NE.-SW.	6	21	47	38	49	56	12.42
24	Florenzia (Xime- niano).....	10,295	9,214	Péndulo horizontal.....	I (V <sub>1</sub> ) II (V <sub>2</sub> ) III (B)	N.-S.	6	21	20	37	51	00	12.87
					I (V <sub>1</sub> ) II (V <sub>2</sub> ) III (B)	"	6	32	05	54	31	55	7.13
					I (V <sub>1</sub> ) II (V <sub>2</sub> ) III (B)	E.-W.	6	53	20	69	16	08	8.79
					I (V <sub>1</sub> ) II (V <sub>2</sub> ) III (B)	"	6	21	30	38	11	43	12.71
					I (V <sub>1</sub> ) II (V <sub>2</sub> ) III (B)	"	6	32	30	54	59	42	7.00
					I (V <sub>1</sub> ) II (V <sub>2</sub> ) III (B)	"	6	49	10	67	22	25	4.17
				Tromómetrografo Omori.....	I (V <sub>1</sub> ) II (V <sub>2</sub> ) III (B)	SW.-NE.	6	21	20	37	51	00	12.87
					I (V <sub>1</sub> ) II (V <sub>2</sub> ) III (B)	"	6	31	40	54	03	29	7.25
					I (V <sub>1</sub> ) II (V <sub>2</sub> ) III (B)	"	6	51	20	68	24	04	8.96
					I (V <sub>1</sub> ) II (V <sub>2</sub> ) III (B)	NW.-SE.	6	21	20	37	51	00	12.87
					I (V <sub>1</sub> ) II (V <sub>2</sub> ) III (B)	"	6	31	50	54	14	55	7.20
					I (V <sub>1</sub> ) II (V <sub>2</sub> ) III (B)	"	6	51	00	63	14	43	3.99
				Microseis. Vicentini Pantó- grafo.....	I (V <sub>1</sub> ) II (V <sub>2</sub> ) III (B)	.....	6	21	20	37	51	00	12.87
					I (V <sub>1</sub> ) II (V <sub>2</sub> ) III (B)	.....	6	33	25	55	58	39	6.75
					I (V <sub>1</sub> ) II (V <sub>2</sub> ) III (B)	.....	6	57	30	70	52	54	3.47
25	Florenzia (Quer- ce).....	10,297	9,215	Péndulo horizontal.....	I (V <sub>1</sub> )	N. 40° 20'E.	6	22	08	39	28	22	12.14

Núm.	Lugar de observación	Distancia epicentral en		Instrumento	Paso	Componente	Tiempo, hora de		Ángulo de tiempo y		Velocidad de superficie, v	
		Arco	Cuerda				h	m	s	o	'	"
25	Florencia (Querce)	10,297	9,215	Péndulo horizontal.....	II (V <sub>2</sub> )	N. 40° 20' E.	6	32	59	55	30	50
26	Siena .....	10,324	9,233	Microseismógrafo Vicentini	III (B)	"	6	57	43	70	57	21
27	Jurjef (Dorpat)....	10,334	9,240	Péndulo horizontal Zöllner	I (V <sub>1</sub> )	.....	6	18	55	32	23	34
					III (B)	.....	6	50	25	67	55	11
					I (V <sub>1</sub> )	.....	6	21	39	38	23	52
					II (V <sub>2</sub> )	.....	6	32	30	54	53	35
					III (B)	.....	6	55	00	69	52	28
					I (V <sub>1</sub> )	.....	6	21	36	38	17	44
					II (V <sub>2</sub> )	.....	6	32	28	54	51	23
28	Graz.....	10,375	9,269	Péndulo astático Wiechert..	I (V <sub>1</sub> )	.....	6	21	33	38	04	58
					II (V <sub>2</sub> )	.....	6	32	19	54	35	00
					III (B)	.....	6	52	33	68	47	12
29	Trieste.....	10,377	9,270	Péndulo horizontal Ehlert..	I (V <sub>1</sub> )	W. 60° N.	6	22	08	39	15	20
					II (V <sub>2</sub> )	"	6	33	11	55	31	12
					I (V <sub>1</sub> )	E.-W.	6	21	52	38	43	18
					II (V <sub>2</sub> )	"	6	32	55	55	14	06
					I (V <sub>1</sub> )	W. 60° S.	6	22	00	38	59	22
					II (V <sub>2</sub> )	"	6	33	03	55	22	41
				Péndulo Vicentini.....	I (V <sub>1</sub> )	N.-S.	6	21	53	38	45	20
					II (V <sub>2</sub> )	"	6	32	14	54	29	06
					I (V <sub>1</sub> )	E.-W.	6	21	48	38	35	13
					II (V <sub>2</sub> )	"	6	32	13	54	28	00
					I (V <sub>1</sub> )	Vert.	6	21	39	38	16	56
					II (V <sub>2</sub> )	"	6	32	13	54	28	00
30	Laibach <sup>1</sup> .....	10,406	9,289	Péndulo Rebeur Ehlert.....	I (V <sub>1</sub> )	N.-S.	6	21	36	38	06	08
					II (V <sub>2</sub> )	"	6	32	43	54	56	36
31	Viena.....	10,408	9,291	Péndulo astático Wiechert..	III (B)	"	6	53	35	69	10	10
					I (V <sub>1</sub> )	N.-S.	6	21	35	38	03	46

1 Los datos fueron tomados de una copia del seismograma.



Núm.	Lugar de observación	Distancia epicentral en Arco	Instrumento	Fase	Componente	Tiempo, hora Greenwich			Angulo de tiempo distancia			Velocidad superficia, v
						h	m	s	o	'	"	
31	Viena.....	10,408	Péndulo astático Wiechert...	II (V <sub>2</sub> ) III (B)	N.-S.	6	31	43	53	49	04	7.31
				I (V <sub>1</sub> )	E.-W.	6	53	00	68	55	10	3.86
				II (V <sub>2</sub> )	"	6	21	35	38	03	46	12.77
				III (B)	"	6	30	55	52	52	35	7.57
				III (B)	"	6	52	43	68	47	51	3.88
				I (V <sub>1</sub> )	E.-W.	6	25	30	45	12	30	9.93
32	Pola.....	10,424	Péndulo Vicentini..	II (V <sub>2</sub> ) III (B)	"	6	32	12	54	19	31	7.18
				III (B)	"	6	56	48	70	24	13	3.56
				II (V <sub>2</sub> )	N.-S.	6	33	03	55	15	25	6.94
				III (B)	"	6	50	51	67	55	49	4.05
				III (B)	Vert	7	03	36	72	38	51	3.13
33	Fiume.....	10,439	Péndulo de Vicentini .....	III (B)	N.-S.	6	51	20	68	07	28	4.02
				III (B)	E.-W.	6	53	42	69	09	28	3.81
34	Rocca di Papa....	10,503	Microseismométrógrafo Agamennone.....	I (V <sub>1</sub> ) II (V <sub>2</sub> ) III (B)	NE.-SW.	6	21	50	38	19	03	12.65
				III (B)	"	6	32	37	54	35	00	7.11
				I (V <sub>1</sub> )	"	6	57	34	70	32	56	3.53
				II (V <sub>2</sub> )	N.-S.	6	21	36	37	48	17	12.89
35	Zagreb.....	10,518	Péndulo de Vicentini.....	III (B)	"	6	33	42	55	42	07	6.82
				I (V <sub>1</sub> )	"	6	52	50	68	38	40	3.91
				II (V <sub>2</sub> )	E.-W.	6	21	42	38	00	30	12.80
				III (B)	"	6	33	30	55	29	36	6.87
				I (V <sub>1</sub> )	"	6	53	57	69	07	05	3.82
				II (V <sub>2</sub> )	SW.-NE.	6	25	28	44	52	38	10.04
36	Cracovia.....	10,525	Péndulo horizontal Besch. ?	III (B)	"	6	34	24	56	23	52	6.65
				I (V <sub>1</sub> )	"	6	54	54	69	29	35	3.74
				II (V <sub>2</sub> )	"	6	22	25	39	14	42	12.24
37	O'gyalla .....	10,589	Péndulo horizontal Bosc...	III (B)	N.-S.	6	33	03	54	50	04	7.05
				I (V <sub>1</sub> )	E.-W.	6	25	29	44	43	51	10.09
				II (V <sub>2</sub> )	"	6	34	15	56	05	11	6.72

Núm.	Lugar de observación	Distancia epicentral en		Instrumento	Pase	Componente	Tiempo, hora de Greenwich			Anullo de tiempo y distancia			Velocidad superficial, v
		Arco	Cuerda				h	m	s	o	"	"	
38	Budapest.....	10,624	9,438	Péndulo astático de Wiechert	I (V <sub>1</sub> ) II (V <sub>2</sub> ) I (V <sub>1</sub> ) II (V <sub>2</sub> ) I (V <sub>1</sub> ) II (V <sub>2</sub> ) I (V <sub>1</sub> ) II (V <sub>2</sub> ) I (V <sub>1</sub> ) II (V <sub>2</sub> ) I (V <sub>1</sub> ) II (V <sub>2</sub> ) I (V <sub>1</sub> ) II (V <sub>2</sub> ) I (V <sub>1</sub> ) II (V <sub>2</sub> ) I (V <sub>1</sub> ) II (V <sub>2</sub> ) I (V <sub>1</sub> ) II (V <sub>2</sub> ) I (V <sub>1</sub> ) II (V <sub>2</sub> ) I (V <sub>1</sub> ) II (V <sub>2</sub> ) I (V <sub>1</sub> ) II (V <sub>2</sub> ) I (V <sub>1</sub> ) II (V <sub>2</sub> ) I (V <sub>1</sub> ) II (V <sub>2</sub> ) I (V <sub>1</sub> ) II (V <sub>2</sub> ) I (V <sub>1</sub> ) II (V <sub>2</sub> ) I (V <sub>1</sub> ) II (V <sub>2</sub> ) I (V <sub>1</sub> ) II (V <sub>2</sub> ) I (V <sub>1</sub> ) II (V <sub>2</sub> ) I (V <sub>1</sub> ) II (V <sub>2</sub> ) I (V <sub>1</sub> ) II (V <sub>2</sub> ) I (V <sub>1</sub> ) II (V <sub>2</sub> ) I (V <sub>1</sub> ) II (V <sub>2</sub> ) I (V <sub>1</sub> ) II (V <sub>2</sub> ) I (V <sub>1</sub> ) II (V <sub>2</sub> ) I (V <sub>1</sub> ) II (V <sub>2</sub> ) I (V <sub>1</sub> ) II (V <sub>2</sub> ) I (V <sub>1</sub> ) II (V <sub>2</sub> ) I (V <sub>1</sub> ) II (V <sub>2</sub> ) I (V <sub>1</sub> ) II (V <sub>2</sub> ) I (V <sub>1</sub> ) II (V <sub>2</sub> ) I (V <sub>1</sub> ) II (V <sub>2</sub> ) I (V <sub>1</sub> ) II (V <sub>2</sub> ) I (V <sub>1</sub> ) II (V <sub>2</sub> ) I (V <sub>1</sub> ) II (V <sub>2</sub> ) I (V <sub>1</sub> ) II (V <sub>2</sub> ) I (V <sub>1</sub> ) II (V <sub>2</sub> ) I (V <sub>1</sub> ) II (V <sub>2</sub> ) I (V <sub>1</sub> ) II (V <sub>2</sub> ) I (V <sub>1</sub> ) II (V <sub>2</sub> ) I (V <sub>1</sub> ) II (V <sub>2</sub> ) I (V <sub>1</sub> ) II (V <sub>2</sub> ) I (V <sub>1</sub> ) II (V <sub>2</sub> ) I (V <sub>1</sub> ) II (V <sub>2</sub> ) I (V <sub>1</sub> ) II (V <sub>2</sub> ) I (V <sub>1</sub> ) II (V <sub>2</sub> ) I (V <sub>1</sub> ) II (V <sub>2</sub> ) I (V <sub>1</sub> ) II (V <sub>2</sub> ) I (V <sub>1</sub> ) II (V <sub>2</sub> ) I (V <sub>1</sub> ) II (V <sub>2</sub> ) I (V <sub>1</sub> ) II (V <sub>2</sub> ) I (V <sub>1</sub> ) II (V <sub>2</sub> ) I (V <sub>1</sub> ) II (V <sub>2</sub> ) I (V <sub>1</sub> ) II (V <sub>2</sub> ) I (V <sub>1</sub> ) II (V <sub>2</sub> ) I (V <sub>1</sub> ) II (V <sub>2</sub> ) I (V <sub>1</sub> ) II (V <sub>2</sub> ) I (V <sub>1</sub> ) II (V <sub>2</sub> ) I (V <sub>1</sub> ) II (V <sub>2</sub> ) I (V <sub>1</sub> ) II (V <sub>2</sub> ) I (V <sub>1</sub> ) II (V <sub>2</sub> ) I (V <sub>1</sub> ) II (V <sub>2</sub> ) I (V <sub>1</sub> ) II (V <sub>2</sub> ) I (V <sub>1</sub> ) II (V <sub>2</sub> ) I (V <sub>1</sub> ) II (V <sub>2</sub> ) I (V <sub>1</sub> ) II (V <sub>2</sub> ) I (V <sub>1</sub> ) II (V <sub>2</sub> ) I (V <sub>1</sub> ) II (V <sub>2</sub> ) I (V <sub>1</sub> ) II (V <sub>2</sub> ) I (V <sub>1</sub> ) II (V <sub>2</sub> ) I (V <sub>1</sub> ) II (V <sub>2</sub> ) I (V <sub>1</sub> ) II (V <sub>2</sub> ) I (V <sub>1</sub> ) II (V <sub>2</sub> ) I (V <sub>1</sub> ) II (V <sub>2</sub> ) I (V <sub>1</sub> ) II (V <sub>2</sub> ) I (V <sub>1</sub> ) II (V <sub>2</sub> ) I (V <sub>1</sub> ) II (V <sub>2</sub> ) I (V <sub>1</sub> ) II (V <sub>2</sub> ) I (V <sub>1</sub> ) II (V <sub>2</sub> ) I (V <sub>1</sub> ) II (V <sub>2</sub> ) I (V <sub>1</sub> ) II (V <sub>2</sub> ) I (V <sub>1</sub> ) II (V <sub>2</sub> ) I (V <sub>1</sub> ) II (V <sub>2</sub> ) I (V <sub>1</sub> ) II (V <sub>2</sub> ) I (V <sub>1</sub> ) II (V <sub>2</sub> ) I (V <sub>1</sub> ) II (V <sub>2</sub> ) I (V <sub>1</sub> ) II (V <sub>2</sub> ) I (V <sub>1</sub> ) II (V <sub>2</sub> ) I (V <sub>1</sub> ) II (V <sub>2</sub> ) I (V <sub>1</sub> ) II (V <sub>2</sub> ) I (V <sub>1</sub> ) II (V <sub>2</sub> ) I (V <sub>1</sub> ) II (V <sub>2</sub> ) I (V <sub>1</sub> ) II (V <sub>2</sub> ) I (V <sub>1</sub> ) II (V <sub>2</sub> ) I (V <sub>1</sub> ) II (V <sub>2</sub> ) I (V <sub>1</sub> ) II (V <sub>2</sub> ) I (V <sub>1</sub> ) II (V <sub>2</sub> ) I (V <sub>1</sub> ) II (V <sub>2</sub> ) I (V <sub>1</sub> ) II (V <sub>2</sub> ) I (V <sub>1</sub> ) II (V <sub>2</sub> ) I (V <sub>1</sub> ) II (V <sub>2</sub> ) I (V <sub>1</sub> ) II (V <sub>2</sub> ) I (V <sub>1</sub> ) II (V <sub>2</sub> ) I (V <sub>1</sub> ) II (V <sub>2</sub> ) I (V <sub>1</sub> ) II (V <sub>2</sub> ) I (V <sub>1</sub> ) II (V <sub>2</sub> ) I (V <sub>1</sub> ) II (V <sub>2</sub> ) I (V <sub>1</sub> ) II (V <sub>2</sub> ) I (V <sub>1</sub> ) II (V <sub>2</sub> ) I (V <sub>1</sub> ) II (V <sub>2</sub> ) I (V <sub>1</sub> ) II (V <sub>2</sub> ) I (V <sub>1</sub> ) II (V <sub>2</sub> ) I (V <sub>1</sub> ) II (V <sub>2</sub> ) I (V <sub>1</sub> ) II (V <sub>2</sub> ) I (V <sub>1</sub> ) II (V <sub>2</sub> ) I (V <sub>1</sub> ) II (V <sub>2</sub> ) I (V <sub>1</sub> ) II (V <sub>2</sub> ) I (V <sub>1</sub> ) II (V <sub>2</sub> ) I (V <sub>1</sub> ) II (V <sub>2</sub> ) I (V <sub>1</sub> ) II (V <sub>2</sub> ) I (V <sub>1</sub> ) II (V <sub>2</sub> ) I (V <sub>1</sub> ) II (V <sub>2</sub> ) I (V <sub>1</sub> ) II (V <sub>2</sub> ) I (V <sub>1</sub> ) II (V <sub>2</sub> ) I (V <sub>1</sub> ) II (V <sub>2</sub> ) I (V <sub>1</sub> ) II (V <sub>2</sub> ) I (V <sub>1</sub> ) II (V <sub>2</sub> ) I (V <sub>1</sub> ) II (V <sub>2</sub> ) I (V <sub>1</sub> ) II (V <sub>2</sub> ) I (V <sub>1</sub> ) II (V <sub>2</sub> ) I (V <sub>1</sub> ) II (V <sub>2</sub> ) I (V <sub>1</sub> ) II (V <sub>2</sub> ) I (V <sub>1</sub> ) II (V <sub>2</sub> ) I (V <sub>1</sub> ) II (V <sub>2</sub> ) I (V <sub>1</sub> ) II (V <sub>2</sub> ) I (V <sub>1</sub> ) II (V <sub>2</sub> ) I (V <sub>1</sub> ) II (V <sub>2</sub> ) I (V <sub>1</sub> ) II (V <sub>2</sub> ) I (V <sub>1</sub> ) II (V <sub>2</sub> ) I (V <sub>1</sub> ) II (V <sub>2</sub> ) I (V <sub>1</sub> ) II (V <sub>2</sub> ) I (V <sub>1</sub> ) II (V <sub>2</sub> ) I (V <sub>1</sub> ) II (V <sub>2</sub> ) I (V <sub>1</sub> ) II (V <sub>2</sub> ) I (V <sub>1</sub> ) II (V <sub>2</sub> ) I (V <sub>1</sub> ) II (V <sub>2</sub> ) I (V <sub>1</sub> ) II (V <sub>2</sub> ) I (V <sub>1</sub> ) II (V <sub>2</sub> ) I (V <sub>1</sub> ) II (V <sub>2</sub> ) I (V <sub>1</sub> ) II (V <sub>2</sub> ) I (V <sub>1</sub> ) II (V <sub>2</sub> ) I (V <sub>1</sub> ) II (V <sub>2</sub> ) I (V <sub>1</sub> ) II (V <sub>2</sub> ) I (V <sub>1</sub> ) II (V <sub>2</sub> ) I (V <sub>1</sub> ) II (V <sub>2</sub> ) I (V <sub>1</sub> ) II (V <sub>2</sub> ) I (V <sub>1</sub> ) II (V <sub>2</sub> ) I (V <sub>1</sub> ) II (V <sub>2</sub> ) I (V <sub>1</sub> ) II (V <sub>2</sub> ) I (V <sub>1</sub> ) II (V <sub>2</sub> ) I (V <sub>1</sub> ) II (V <sub>2</sub> ) I (V <sub>1</sub> ) II (V <sub>2</sub> ) I (V <sub>1</sub> ) II (V <sub>2</sub> ) I (V <sub>1</sub> ) II (V <sub>2</sub> ) I (V <sub>1</sub> ) II (V <sub>2</sub> ) I (V <sub>1</sub> ) II (V <sub>2</sub> ) I (V <sub>1</sub> ) II (V <sub>2</sub> ) I (V <sub>1</sub> ) II (V <sub>2</sub> ) I (V <sub>1</sub> ) II (V <sub>2</sub> ) I (V <sub>1</sub> ) II (V <sub>2</sub> ) I (V <sub>1</sub> ) II (V <sub>2</sub> ) I (V <sub>1</sub> ) II (V <sub>2</sub> ) I (V <sub>1</sub> ) II (V <sub>2</sub> ) I (V <sub>1</sub> ) II (V <sub>2</sub> ) I (V <sub>1</sub> ) II (V <sub>2</sub> ) I (V <sub>1</sub> ) II (V <sub>2</sub> ) I (V <sub>1</sub> ) II (V <sub>2</sub> ) I (V <sub>1</sub> ) II (V <sub>2</sub> ) I (V <sub>1</sub> ) II (V <sub>2</sub> ) I (V <sub>1</sub> ) II (V <sub>2</sub> ) I (V <sub>1</sub> ) II (V <sub>2</sub> ) I (V <sub>1</sub> ) II (V <sub>2</sub> ) I (V <sub>1</sub> ) II (V <sub>2</sub> ) I (V <sub>1</sub> ) II (V <sub>2</sub> ) I (V <sub>1</sub> ) II (V <sub>2</sub> ) I (V <sub>1</sub> ) II (V <sub>2</sub> ) I (V <sub>1</sub> ) II (V <sub>2</sub> ) I (V <sub>1</sub> ) II (V <sub>2</sub> ) I (V <sub>1</sub> ) II (V <sub>2</sub> ) I (V <sub>1</sub> ) II (V <sub>2</sub> ) I (V <sub>1</sub> ) II (V <sub>2</sub> ) I (V <sub>1</sub> ) II (V <sub>2</sub> ) I (V <sub>1</sub> ) II (V <sub>2</sub> ) I (V <sub>1</sub> ) II (V <sub>2</sub> ) I (V <sub>1</sub> ) II (V <sub>2</sub> ) I (V <sub>1</sub> ) II (V <sub>2</sub> ) I (V <sub>1</sub> ) II (V <sub>2</sub> ) I (V <sub>1</sub> ) II (V <sub>2</sub> ) I (V <sub>1</sub> ) II (V <sub>2</sub> ) I (V <sub>1</sub> ) II (V <sub>2</sub> ) I (V <sub>1</sub> ) II (V <sub>2</sub> ) I (V <sub>1</sub> ) II (V <sub>2</sub> ) I (V <sub>1</sub> ) II (V <sub>2</sub> ) I (V <sub>1</sub> ) II (V <sub>2</sub> ) I (V <sub>1</sub> ) II (V <sub>2</sub> ) I (V <sub>1</sub> ) II (V <sub>2</sub> ) I (V <sub>1</sub> ) II (V <sub>2</sub> ) I (V <sub>1</sub> ) II (V <sub>2</sub> ) I (V <sub>1</sub> ) II (V <sub>2</sub> ) I (V <sub>1</sub> ) II (V <sub>2</sub> ) I (V <sub>1</sub> ) II (V <sub>2</sub> ) I (V <sub>1</sub> ) II (V <sub>2</sub> ) I (V <sub>1</sub> ) II (V <sub>2</sub> ) I (V <sub>1</sub> ) II (V <sub>2</sub> ) I (V <sub>1</sub> ) II (V <sub>2</sub> ) I (V <sub>1</sub> ) II (V <sub>2</sub> ) I (V <sub>1</sub> ) II (V <sub>2</sub> ) I (V <sub>1</sub> ) II (V <sub>2</sub> ) I (V <sub>1</sub> ) II (V <sub>2</sub> ) I (V <sub>1</sub> ) II (V <sub>2</sub> ) I (V <sub>1</sub> ) II (V <sub>2</sub> ) I (V <sub>1</sub> ) II (V <sub>2</sub> ) I (V <sub>1</sub> ) II (V <sub>2</sub> ) I (V <sub>1</sub> ) II (V <sub>2</sub> ) I (V <sub>1</sub> ) II (V <sub>2</sub> ) I (V <sub>1</sub> ) II (V <sub>2</sub> ) I (V <sub>1</sub> ) II (V <sub>2</sub> ) I (V <sub>1</sub> ) II (V <sub>2</sub> ) I (V <sub>1</sub> ) II (V <sub>2</sub> ) I (V <sub>1</sub> ) II (V <sub>2</sub> ) I (V <sub>1</sub> ) II (V <sub>2</sub> ) I (V <sub>1</sub> ) II (V <sub>2</sub> ) I (V <sub>1</sub> ) II (V <sub>2</sub> ) I (V <sub>1</sub> ) II (V <sub>2</sub> ) I (V <sub>1</sub> ) II (V <sub>2</sub> ) I (V <sub>1</sub> ) II (V <sub>2</sub> ) I (V <sub>1</sub> ) II (V <sub>2</sub> ) I (V <sub>1</sub> ) II (V <sub>2</sub> ) I (V <sub>1</sub> ) II (V <sub>2</sub> ) I (V <sub>1</sub> ) II (V <sub>2</sub> ) I (V <sub>1</sub> ) II (V <sub>2</sub> ) I (V <sub>1</sub> ) II (V <sub>2</sub> ) I (V <sub>1</sub> ) II (V <sub>2</sub> ) I (V <sub>1</sub> ) II (V <sub>2</sub> ) I (V <sub>1</sub> ) II (V <sub>2</sub> ) I (V <sub>1</sub> ) II (V <sub>2</sub> ) I (V <sub>1</sub> ) II (V <sub>2</sub> ) I (V <sub>1</sub> ) II (V <sub>2</sub> ) I (V <sub>1</sub> ) II (V <sub>2</sub> ) I (V <sub>1</sub> ) II (V <sub>2</sub> ) I (V <sub>1</sub> ) II (V <sub>2</sub> ) I (V <sub>1</sub> ) II (V <sub>2</sub> ) I (V <sub>1</sub> ) II (V <sub>2</sub> ) I (V <sub>1</sub> ) II (V <sub>2</sub> ) I (V <sub>1</sub> ) II (V <sub>2</sub> ) I (V <sub>1</sub> ) II (V <sub>2</sub> ) I (V <sub>1</sub> ) II (V <sub>2</sub> ) I (V <sub>1</sub> ) II (V <sub>2</sub> ) I (V <sub>1</sub> ) II (V <sub>2</sub> ) I (V <sub>1</sub> ) II (V <sub>2</sub> ) I (V <sub>1</sub> ) II (V <sub>2</sub> ) I (V <sub>1</sub> ) II (V <sub>2</sub> ) I (V <sub>1</sub> ) II (V <sub>2</sub> ) I (V <sub>1</sub> ) II (V <sub>2</sub> ) I (V <sub>1</sub> ) II (V <sub>2</sub> ) I (V <sub>1</sub> ) II (V <sub>2</sub> ) I (V <sub>1</sub> ) II (V <sub>2</sub> ) I (V <sub>1</sub> ) II (V <sub>2</sub> ) I (V <sub>1</sub> ) II (V <sub>2</sub> ) I (V <sub>1</sub> ) II (V <sub>2</sub> ) I (V <sub>1</sub> ) II (V <sub>2</sub> ) I (V <sub>1</sub> ) II (V <sub>2</sub> ) I (V <sub>1</sub> ) 								

### VII.—Determinación del tiempo, de la velocidad de propagación y de la profundidad del foco

Ya hemos mencionado que no ha sido posible determinar la hora del principio del temblor en el epicentro. Las indicaciones de las oficinas telegráficas varían 10 minutos y más, lo que indica que no obstante que diariamente se les comunica á todas las oficinas de telégrafo la hora astronómica de México, los empleados no corrigen sus relojes, cosa que se ha visto también en muchos temblores anteriores. Los relojes de las iglesias en las ciudades son en lo general poco perfectos y no se les corrige probablemente nunca por medio de la observación del sol. Esto explica la diferencia en las indicaciones de tiempo como las vemos en el cuadro comparativo al final de este trabajo. Así es que una determinación del tiempo de comienzo en el epicentro es imposible y por esto hemos tratado de determinarlo por medio del método de Faidiga,<sup>1</sup> es decir, de los ángulos de tiempo y distancia. Esto nos fué dificultado por la falta de datos instrumentales cerca del epicentro y en el Norte de México, así como en el Sur de los Estados Unidos; nuestro primer dato proviene de Tacubaya á 292 kilómetros del epicentro y el segundo de Washington á 3,280 kilómetros de distancia epicentral. De buena suerte hemos encontrado algunas coincidencias bastante exactas, que nos permitieron determinar la hora del comienzo en el epicentro.

---

1 A. Faidiga.—Das Erdbeben von Sinj. am 2 Juli 1898.—Mitth. Erdbeben-Comm. d. Kais. Akad. d. Wiss. in Wien. Neue Folge Núm. XVII, Viena, 1903. Pag. 90.

Antes de entrar en la discusión del cálculo de la hora, hemos dado aquí en forma de tabla los datos instrumentales necesarios para el cálculo de tiempo y distancia y de la velocidad en la superficie. Para calcular las distancias en arco rectificado y en cuerda hemos empleado las siguientes fórmulas, indicadas por Rebeur-Paschwitz y Faidiga: <sup>1</sup>

$$\operatorname{tg.} M = \frac{2 \cos. \varphi_1 \cos. \varphi_2}{\sin. (\varphi_2 - \varphi_1)} \sin. \frac{1}{2} (\lambda_2 - \lambda_1)$$

$$\operatorname{tg.} \frac{1}{2} \delta = \operatorname{tg.} \frac{1}{2} (\varphi_2 - \varphi_1) \cdot \operatorname{tg.} [\frac{1}{2} (\varphi_2 - \varphi_1) + M]$$

$$\operatorname{tg.} M = \frac{2 \cos. \varphi_1 \cos. \varphi_2}{-\sin. (\varphi_2 + \varphi_1)} \cos. \frac{1}{2} (\lambda_2 - \lambda_1)$$

$$\operatorname{tg.} \frac{1}{2} \delta = \operatorname{cotg.} \frac{1}{2} (\varphi_2 + \varphi_1) \cdot \operatorname{cotg.} [\frac{1}{2} (\varphi_2 + \varphi_1) + M]$$

Distancia en arco rectificado:  $d = 111, 3 \text{ km. } \delta = 2,04652 \delta$

Distancia en cuerda:  $A = 4,10567 \cdot \sin \frac{\delta}{2}$

Faidiga trataba de encontrar un medio de comparación para los datos instrumentales y lo obtuvo de la manera siguiente: construye un triángulo rectángulo tomando como catetos la distancia epicentral de cierto lugar y la diferencia de tiempo entre el comienzo del temblor en el epicentro y aquel lugar de observación; el ángulo entre el cateto de distancia y la hipotenusa lo llama Faidiga el ángulo de tiempo y distancia, porque es una función de los dos. Se entiende desde luego que todos los lugares que tienen el mismo ángulo de tiempo y distancia deben tener también la misma ve-

<sup>1</sup> E. v. Rebeur-Paschwitz, Horizontalpendel—Beobachtungen auf der Kaiserlichen Universitäts-Sternwarte zu Strassburg 1892-94.—Beiträge zur Geophysik, tomo II, 1895. Pag. 435.

A. Faidiga, Das Erdbeben von Sinj. pag. 92.

localidad superficial, y la comparación de varios lugares con el mismo ángulo debe hacer posible el cálculo del tiempo de comienzo en el epicentro; es además evidente que los lugares con el mismo ángulo constituyen lugares de intersección de una línea recta con el hodógrafo.

Si se expresa esta función en una fórmula donde  $v$  es la velocidad de la superficie,  $D$  la distancia epicentral y  $T$  el tiempo que el temblor necesita para llegar del epicentro á la localidad en la distancia  $D$ , entonces es:

$$v = \frac{D}{T} = \cotg. \alpha$$

siendo  $\alpha$  el ángulo de tiempo y distancia. Faidiga multiplica el tiempo por 100 para obtener un ángulo más grande, lo que hace más fácil la comparación. Nosotros lo hemos multiplicado sólo por 10, de modo que en nuestro caso tenemos:

$$v = 10. \cot. \alpha$$

El cuadro comparativo anterior nos demuestra que para el principio del primer tremor en México encontramos:

$$\alpha = 49^{\circ} 20' 36''$$

y para el principio del primer tremor en Washington:

$$\alpha = 49^{\circ} 07' 33''$$

Estos dos lugares se pueden pues bien comparar. Ahora calculamos la velocidad de la superficie según la conocida fórmula:

$$v = \frac{D-d}{T-t}$$

donde  $D$  y  $d$  son las distancias epicentrales de los dos lugares,  $T$  y  $t$  los tiempos de principio del primer temblor, entonces obtenemos:

$$v = 8,66 \text{ km. por segundo,}$$

ahora aplicamos la otra fórmula que se comprende fácilmente:

$$T_e = T_o - \frac{D}{V}$$

donde  $T_e$  es el tiempo del epicentro,  $T_o$  el tiempo del lugar de observación,  $D$  la distancia epicentral y  $v$  la velocidad de la superficie. Así es para el principio del primer temblor de México.

$$T_o = 6^h 08^m 34^s - \frac{292}{8,66} = 6^h 08^m$$

y para el principio del primer temblor en Washington:

$$T_o = 6^h 14^m 19^s - \frac{3280}{8,66} = 6^h 08^m$$

Vemos que el seismograma de México contiene sólo un temblor inicial, porque el lugar se encuentra á menos de 500 km. del epicentro, y observamos que el ángulo de tiempo y distancia del principio de las ondas largas [III (B)] está bastante bien de acuerdo con el ángulo del principio del segundo temblor [II ( $V_2$ )] de Washington, siendo éste para México:

$$\alpha^{III} = 64^\circ 46' 55''$$

y para Washington:

$$\alpha^{II} = 64^\circ 30' 40''$$

Podemos decir que en la distancia de 292 kilómetros se acerca el segundo temblor tanto al principio de las



ondas largas que podemos prácticamente suponer el tiempo de II ( $V_2$ ) como igual á III (B), así es que podemos comparar III (B) de México con II ( $V_2$ ) de Washington. Empleando las fórmulas anteriores obtendremos:

$$v = \frac{D - d}{T - t} = 4,77 \text{ km. por segundo.}$$

MÉXICO.

$$T_e = T_o - \frac{D}{V} = 6^h 09^m 02^s - \frac{292}{4,77} = 6^h 08^m 01^s$$

WASHINGTON:

$$T_e = T_o - \frac{D}{v} = 6^h 19^m 28^s - \frac{3280}{4,77} = 6^h 08^m.$$

Así es que podemos aceptar como hora del principio 6 h. 08 m., seguramente se tratará apenas de una diferencia de algunos segundos. Si tuviéramos mayor cantidad de estaciones con seismógrafos en México, sería posible hacer una determinación todavía más exacta ó comprobar por completo la que hemos encontrado. Porque el método de Faidiga se basa en la circunstancia de que los lugares que tienen el mismo ángulo de tiempo y distancia, se encuentran en intersecciones del hodógrafo con líneas rectas que conectan el epicentro con los lugares de observación, de modo que dos lugares con el mismo ángulo de tiempo y distancia, se deben encontrar en dos puntos del hodógrafo y al mismo tiempo la línea que los conecta debe pasar por el epicentro. Lo ideal sería encontrar dos lugares cuyo ángulo de tiempo y distancia fuera perfectamente idéntico hasta en los segundos, porque esto nos daría la posibilidad de determinar el tiempo epicentral con la mayor seguridad.

La hora 6 h. 08 m. de Greenwich corresponde á 11

h. 31 m. 13 s. hora de México ú 11 h. 30 m. 30 s. hora local de San Marcos. Con esta hora están bastante de acuerdo numerosas indicaciones de tiempo de Guerrero, especialmente las de Ayutla y San Marcos, que son 11 h. 30 m.

Para tener una idea sobre la posición del punto de inflexión de la curva del hodógrafo, hemos construido en la lámina LV las indicaciones de tiempo y distancia de las diferentes observaciones instrumentales. En vez de construir la curva, hemos dibujado líneas rectas que demuestran una aproximación de la curva probable; pero en la parte principal, es decir, entre México y Washington, faltan estaciones seismológicas, lo que hace imposible la determinación exacta del punto de inflexión. Hemos hecho la construcción para las tres fases que se pueden distinguir en un seismógrama (naturalmente de lugares á más de 500 kilómetros de distancia epicentral) y vemos que las indicaciones del principio del primer tremor inicial (I ó  $V_1$ ) están bastante de acuerdo, y se nota luego que algunos lugares no entran bien en el esquema porque el reloj seguramente no estuvo bien arreglado. Peor es el estado de las cosas respecto al principio del segundo tremor inicial (II ó  $V_2$ ) porque aquí ya depende mucho de la determinación individual, pero se ve que la indicación de los mejores instrumentos, es decir, los péndulos astáticos de Wiechert y los péndulos horizontales de Rebeur-Ehlert están bastante de acuerdo. Completamente divergentes son las indicaciones sobre el principio de las ondas largas (III ó B), lo que hace entender que en los aparatos más sensibles la determinación de este punto es muy difícil.

En la distribución de  $V_1$  y  $V_2$  no se nota dónde ha de estar el punto de inflexión, pero en B se ve bastante claramente que el punto de inflexión debe quedar entre México y Washington y seguramente en una distancia epicentral de más de 500 kilómetros; una determinación más exacta no es posible, lo que se debe deplorar porque este punto es de la mayor importancia. Como la distancia entre el punto de inflexión del hodógrafo y el centro del epicentro tiene que ser siempre más grande que la profundidad del foco, nos indica esta distancia un máximum. Desgraciadamente no podemos determinar el mínimum por medio de la tangente en el punto de inflexión, porque en esta región nos faltan los datos instrumentales. Pero comparando nuestra distancia aproximada del punto de inflexión con la que determinó Faidiga para el temblor de Sinj podemos llegar á una idea sobre la profundidad relativa del foco. El temblor de Sinj del 2 de Julio de 1898 ha tenido una extensión relativamente pequeña; el lugar Cajnica que fué el más lejano donde el temblor fué todavía observado por todas las personas, queda á una distancia de 176 kilómetros del epicentro y parece que un movimiento macrosísmico ya no fué sentido en una distancia de más de 400 kilómetros con la única excepción de Piacenza (582 kilómetros). Nuestro temblor se sintió todavía hasta una distancia de 620 kilómetros, de modo que hay una diferencia notable. En el temblor de Sinj tenía el punto de inflexión del hodógrafo una distancia de 390 kilómetros del epicentro, su tangente corta la ordenada de tiempo en 279 segundos y como en el punto de inflexión existía una velocidad de 1.33 kilómetros, la que corresponde con la del foco, resulta

una profundidad de 371 kilómetros. Faidiga empleó además la conocida fórmula de Seebach:

$$r = \sqrt{\frac{t_2^2 u_1^2 - t_1^2 u_2^2}{t_1^2 - t_2^2}}$$

para su cálculo de la profundidad del foco, pero sabemos que esta fórmula es errónea, porque se basa en la propagación de los rayos en línea recta, mientras que estos rayos son curvas como lo demostró A. Schmidt. Faidiga obtuvo por medio de esta fórmula los valores más diferentes (entre 138 km. y 43 km.) lo que prueba también que la fórmula no sirve.

Comparando el hodógrafo del temblor de Sinj con nuestra ilustración gráfica de los datos instrumentales, en la lámina LV vemos que el foco de nuestro temblor debe haber sido todavía mucho más profundo, pero por la falta de datos en el Norte de México y el Sur de los Estados Unidos no nos es posible dar un valor en kilómetros para la profundidad del foco. Este caso nos demuestra que una distribución de estaciones seismológicas en los Estados del Centro y del Norte de la República es indispensable, para que se puedan estudiar con alguna exactitud futuros temblores que provienen del Sur.

En la lista de los datos instrumentales hemos indicado la velocidad de superficie para cada lugar y cada fase. Estas fueron determinadas con la fórmula

$$v = \frac{D}{T}$$

pero realmente esta fórmula no es exacta, porque trata la velocidad como si fuera uniforme desde el epicentro. Así es que la velocidad indicada no es la verdadera,

sino podría únicamente servir para poder comparar los puntos con el mismo ángulo de tiempo y distancia. La velocidad de superficie se puede calcular fácilmente para cada punto según las fórmulas de Benndorf.<sup>1</sup>

$$(V_1) v_1^{(s)} = \frac{d \Delta}{d T_1} = \frac{1}{1,7 - 0,084 \Delta} \cdot \frac{1000^{\text{km.}}}{60^{\text{seg.}}}$$

$$(V_2) v_2^{(s)} = \frac{d \Delta}{d T_2} = \frac{1}{3,0 - 0,15 \Delta} \cdot \frac{1000^{\text{km.}}}{60^{\text{seg.}}}$$

$$(B) v = \frac{\Delta}{T} = \frac{1}{4,4} \cdot \frac{1000^{\text{km.}}}{60^{\text{seg.}}} = 3,8 \frac{\text{km.}}{\text{seg.}}$$

En estas fórmulas  $v_1^{(s)}$  es la velocidad aparente de la superficie del primer tremor,  $v_2^{(s)}$  la del segundo tremor,  $v$  la de las ondas largas,  $T_1$  el valor de la fórmula analítica de la curva de la duración de propagación del primer tremor,  $T_2$  el del segundo tremor y  $T$  de las ondas largas, mientras  $\Delta$  es la distancia epicentral expresada en megámetros (1 megámetro igual á 1,000 kilómetros).<sup>2</sup>

En esta ocasión nos será permitido decir unas palabras sobre el valor de las fórmulas que se utilizan para calcular las distancias epicentrales por medio de la duración de las tres fases. Omori ha encontrado las fórmulas empíricas siguientes:

$$\Delta \text{ km.} = 13,8 (V_2 - V_1)^{0,75}$$

$$\Delta \text{ km.} = 7,2 (B - V_1)^{0,75}$$

1 Benndorf, Ueber die Art der Fortpflanzung der Erdbebenwellen im Erdinnern I. Mitth. d. Erdbebencomm. d. K. Akad. d. Wiss. Wien, Neue Folge N° XXIX, 1905, pág. 10, 18 y 23.

2 Estas fórmulas se refieren naturalmente á las curvas construídas por Benndorf, todavía no existe una construcción suficientemente exacta de las curvas de la duración de propagación; las de Wiechert y Zoeppritz son bastante diferentes de las de Benndorf, con esto cambia naturalmente la fórmula y la velocidad. El trabajo de Wiechert y Zoeppritz llegó demasiado tarde á nuestras manos para ser tomado en cuenta en este capítulo.

Laska<sup>1</sup> ha cambiado estas fórmulas y propuesto las siguientes:

$$1 + \Delta = V_2 - V_1$$

$$3 \Delta = B - V_1$$

y combinando estas dos fórmulas llega á

$$\Delta = \frac{(B + V_2) - (2 V_1 + 1)}{4}$$

En estas fórmulas  $\Delta$  es la distancia en arco rectificado expresada en megámetros,  $V_1$  es el principio del primer tremor,  $V_2$  el del segundo tremor,  $B$  el de las ondas largas. Benndorf en su trabajo citado anteriormente ha discutido estas fórmulas por medio de una comparación con sus curvas de la duración de propagación y ha llegado á un resultado muy favorable, dando en pág. 23 las correcciones necesarias para hacer el resultado más exacto. Nosotros hemos hecho una contraprueba para las fórmulas de Laska, calculando según los seismógramas de algunas de las estaciones la distancia epicentral. El resultado no fué muy favorable, como se ve en los siguientes ejemplos:

México:

$$\Delta = \frac{6^{\text{h}}. 09^{\text{m}}. 02^{\text{s}} - 6^{\text{h}}. 08^{\text{m}}. 34^{\text{s}}}{3} = 153 \text{ km.}$$

ó empleando otra fórmula empírica de Omori para distancias de menos de 1,000 kilómetros.

$$\Delta \text{ km.} = 7.27 \text{ y seg} + 38 \text{ km.}$$

---

<sup>1</sup> Laska Ueber die Berechnung von Fernbeben.—Mitth. d. Erdbeben—Comm. d. K. Akad. d. Wiss. Wien. Neue Folge n° XIV, 1903.



siendo  $y$  igual á la duración de los tremores iniciales, encontramos una distancia de 242 kilómetros, mientras que la verdadera distancia fué de 292 kilómetros.

## WASHINGTON:

$$\Delta = 6^h 19^m 20^s - 6^h 14^m 19^s - 1^m = 4150 \text{ km., corr. seg.}$$

$$\text{Benndorf} = -600 = 3550 \text{ km.}$$

$$\Delta = \frac{6^h 26^m 56^s - 6^h 14^m 19^s}{3} = 4206 \text{ km., corr.} = +300 = 4506 \text{ km.}$$

$$\Delta = \frac{(6^h 26^m 56^s + 6^h 19^m 28^s) - [2(6^h 14^m 19^s) + 1^m]}{4} = 4192 \text{ km.}$$

Distancia verdadera: 3280 km.

## KEW:

$$\Delta = 6^h 31^m 02^s - 6^h 19^m 58^s - 1^m = 10667 \text{ km., corr.} = +500 = 11167 \text{ km.}$$

$$\Delta = \frac{6^h 48^m 34^s - 6^h 19^m 58^s}{3} = 9533 \text{ km., corr.} = -200 = 9333 \text{ km.}$$

$$\Delta = \frac{(6^h 48^m 34^s + 6^h 31^m 02^s) - [2(6^h 19^m 58^s) + 1^m]}{4} = 9667 \text{ km.}$$

Distancia verdadera: 9172 km.

## PARÍS:

$$\Delta = 6^h 31^m 03^s - 6^h 20^m 39^s - 1^m = 9400 \text{ km., corr.} = 0 = 9400 \text{ km.}$$

$$\Delta = \frac{6^h 49^m 03^s - 6^h 20^m 39^s}{3} = 9800 \text{ km., corr.} = -300 = 9500 \text{ km.}$$

$$\Delta = \frac{(6^h 49^m 03^s + 6^h 31^m 03^s) - [2(6^h 20^m 39^s) + 1^m]}{4} = 9450 \text{ km.}$$

Distancia verdadera: 9445 km.

## HAMBURGO:

$$\Delta = 6^h 32^m 15^s - 6^h 20^m 48^s - 1^m = 10450 \text{ km., corr.} = +500 = 10950 \text{ km.}$$

$$\Delta = \frac{6^h 46^m 20^s - 6^h 20^m 48^s}{3} = 8511 \text{ km., corr.} = 0 = 8511 \text{ km.}$$

$$\Delta = \frac{(6^h 46^m 20^s + 6^h 32^m 15^s) - [2(6^h 20^m 48^s) + 1^m]}{4} = 8996 \text{ km.}$$

Distancia verdadera: 9736 km.

GÖTTINGEN:

$$\Delta = 6^h 31^m 51^s - 6^h 21^m - 1^m = 9850 \text{ km.}, \text{ corr.} = 0 = 9850 \text{ km.}$$

$$\Delta = \frac{6^h 46^m - 6^h 21^m}{3} = 8333 \text{ km.}, \text{ corr.} = 0 = 8333 \text{ km.}$$

$$J = \frac{(6^h 46^m + 6^h 31^m 51^s) - [2(6^h 21^m) + 1^m]}{4} = 8708 \text{ km.}$$

Distancia verdadera: 9830 km.

HOHENHEIM:

$$\Delta = 6^h 31^m 54^s - 6^h 21^m 13^s - 1^m = 9682 \text{ km.}, \text{ corr.} = 0 = 9683 \text{ km.}$$

$$\Delta = \frac{6^h 48^m 11^s - 6^h 21^m 13^s}{3} = 8989 \text{ km.}, \text{ corr.} = -100 = 8889 \text{ km.}$$

$$J = \frac{(6^h 48^m 11^s + 6^h 31^m 54^s) - [2(6^h 21^m 13^s) + 1^m]}{4} = 9162 \text{ km.}$$

Distancia verdadera: 9917 km.

JENA:

$$J = 6^h 31^m 54^s - 6^h 21^m 18^s - 1^m = 9600 \text{ km.}, \text{ corr.} = 0 = 9600 \text{ km.}$$

$$\Delta = \frac{6^h 49^m - 6^h 21^m 18^s}{3} = 9233 \text{ km.}, \text{ corr.} = -100 = 9133 \text{ km.}$$

$$J = \frac{(6^h 49^m + 6^h 31^m 54^s) - [2(6^h 21^m 18^s) + 1^m]}{4} = 9325 \text{ km.}$$

Distancia verdadera: 9963 km.

LEIPZIG:

$$J = 6^h 31^m 53^s - 6^h 21^m 14^s - 1^m = 9650 \text{ km.}, \text{ corr.} = 0 = 9650 \text{ km.}$$

$$\Delta = \frac{6^h 50^m 30^s - 6^h 21^m 14^s}{3} = 9756 \text{ km.}, \text{ corr.} = -100 = 9656 \text{ km.}$$

$$J = \frac{(6^h 50^m 30^s + 6^h 31^m 53^s) - [2(6^h 21^m 14^s) + 1^m]}{4} = 9479 \text{ km.}$$

Distancia verdadera: 9992 km.

ROCCA DI PAPA:

$$\Delta = 6^h 32^m 37^s - 6^h 21^m 50^s - 1^m = 9783 \text{ km.}, \text{ corr.} = 0 = 9783 \text{ km.}$$

$$\Delta = \frac{6^h 57^m 34^s - 6^h 21^m 50^s}{3} = 11911 \text{ km.}, \text{ corr.} = -400 = 11511 \text{ km.}$$

$$\Delta = \frac{(6^h 57^m 34^s + 6^h 32^m 37^s) - [2(6^h 21^m 50^s) + 1^m]}{4} = 11379 \text{ km.}$$

Distancia verdadera: 10503 km.

ZAGREB:

$$\Delta = 6^h 33^m 42^s - 6^h 21^m 36^s - 1^m = 11100 \text{ km., corr.} = + 1500 \text{ kilómetros} = 12600 \text{ km.}$$

$$\Delta = \frac{6^h 52^m 50^s - 6^h 21^m 36^s}{3} = 10423 \text{ km., corr.} = - 300 = 10123 \text{ km.}$$

$$\Delta = \frac{(6^h 52^m 50^s + 6^h 33^m 42^s) - [2(6^h 21^m 36^s) + 1^m]}{4} = 10583 \text{ km.}$$

Distancia verdadera: 10518 km.

TOKYO:

$$\Delta = 6^h 35^m 55^s - 6^h 22^m 28^s - 1^m = 12450 \text{ km., corr.} = + 2800 = 15250 \text{ km.}$$

$$\Delta = \frac{6^h 51^m 42^s - 6^h 22^m 28^s}{3} = 9743 \text{ km., corr.} = - 100 = 9643 \text{ km.}$$

$$\Delta = \frac{(6^h 51^m 42^s + 6^h 35^m 53^s) - [2(6^h 22^m 28^s) + 1^m]}{4} = 10418 \text{ km.}$$

Distancia verdadera: 11498 km.

Vemos que existe una diferencia bastante notable entre las distancias verdaderas y las que fueron calculadas por medio de la duración de las fases de los seismógramas. Pero esto está bien de acuerdo con lo que vimos ya en la construcción gráfica de los tiempos y distancias en la lámina LV.

Utilizando ahora las curvas de la duración de propagación construídas por Wiechert y Zoeppritz<sup>1</sup> llegamos al resultado siguiente:

---

<sup>1</sup> Wiechert und Zoeppritz, Ueber Erdbebenwellen. Nachr. d. K. Ges. d. Wiss. zu Göttingen, mathem. phys. Klasse. 1907, Heft 4.

Lugar.	Distancia epi- central esti- mada según las curvas impresas de Wiechert y Zoeppritz.	Según curvas en manus- crito. (1)	Según las form. de Laska.			Distancia verda- dera.
			I	II	III	
México.....	300	300		153		292 km.
Washington ...	3400	3420	3550	4508	4192	3280 „
Kew.....	10200	10250	11167	9333	9667	9172 „
París .....	9450	9500	9400	9500	9450	9445 „
Hamburgo.....	10800	10750	10950	8511	8996	9736 „
Göttingen .....	9850	10000	9850	8333	8708	9830 „
Hohenheim .....	9820	9900	9683	8889	9162	9917 „
Jena.....	9800	9850	9600	9133	9325	9963 „
Leipzig .....	9820	9880	9650	9656	9479	9992 „
Rocca di Papa..	9850	10000	9783	11511	11379	10503 „
Zagreb .....	12100	12000	12600	10123	10583	10518 „
Tokyo .....más de	13000	?	15250	9643	10418	11498 „

También aquí tenemos un resultado poco satisfac-  
torio, aunque en lo general mejor que aquel obtenido  
por las fórmulas de Laska. Esto es natural, porque  
Wiechert y Zoeppritz han construido sus curvas sobre  
datos de observación más exactos. La construcción de  
curvas de la duración de propagación sobre los datos  
de los instrumentos más sensibles y mejor interpreta-  
dos es el único método que deberíamos seguir por lo  
pronto en la seismología. En realidad nos parece que  
se ha dado en los últimos años demasiada importancia  
al cálculo matemático en el estudio de los temblores,  
para esto nos falta todavía el material de observación.  
Para llegar á conocer las verdaderas curvas de la du-  
ración de propagación para las diferentes fases, se  
debería construirlas para cada temblor y por la com-  
paración de un gran número se llegaría con el tiempo

1 Debemos una copia en manuscrito á la bondad del Sr. Prof. Dr. A. Schmidt  
en Stuttgart; ésta es probablemente más exacta que la copia impresa, porque en  
la última el papel seguramente en parte se estira y en parte se encoge, de  
modo que una copia impresa nunca está completamente de acuerdo con el ori-  
ginal, lo que es de tomar en cuenta, cuando se trata de medir fracciones de mi-  
límetros como en el caso presente.

á un resultado áproximado. Pero no solamente deberíamos tratar de combinar las diferentes curvas empíricas, sino al contrario, tratar de saber por qué estas curvas no están enteramente de acuerdo y aquí debería entrar la geología dejada á un lado por una gran parte de los seismologistas, como si los temblores fueran emanaciones de una tierra teórica homogénea, mientras que se trata en verdad de una tierra de una composición sumamente complicada. Así es evidente que todos los cálculos basados sobre un globo de elasticidad uniforme tienen que ser erróneos. Pero con los mismos datos instrumentales no llegamos por lo pronto á alcanzar el resultado deseado. Si estudiamos la construcción gráfica de las observaciones instrumentales en nuestra lámina LV, vemos que hay una diversidad muy grande entre las observaciones. En la primera fase no se nota esto tanto como en las otras, pero conectado por medio de una línea las indicaciones de las diferentes estaciones sobre el principio de la primera fase, llegaríamos á tener una línea irregular en zig-zag. Peor es esto ya en la segunda fase, mientras que en la tercera ya no hay modo de comparación. La culpa tienen por una parte los instrumentos que son de una sensibilidad muy poco uniforme, por otra los observadores, porque la segunda y tercera fase no son puntos fijos sino cada observador escoge el punto que le parece más probable; además, en ciertos casos debe haber errores de tiempo por la mala marcha del reloj ó por la falta de corrección en la comparación con el tiempo verdadero. Naturalmente es muy probable que de por sí las ondas no llegan á la misma hora á los lugares de igual distancia epicentral, sino habrá diferencias de tiempo á

causa de la propagación diferente según las rocas por las cuales pasan las ondas, y lo principal sería comprobar esto por medio de observaciones instrumentales; pero para alcanzar este objeto, todos los instrumentos deberían ser lo más sensible posible y la determinación del tiempo completamente exacto, y actualmente estas condiciones se llenan en relativamente muy pocas estaciones seismológicas, por esto encontramos la discrepancia tan notable en las indicaciones de nuestra lámina I.V.

## VII Conclusión

Como resultado inmediato de los estudios hechos con motivo de esta excursión se encontraron las siguientes indicaciones.

1.<sup>a</sup> Creemos muy prudente que el Supremo Gobierno del Estado intervenga de una manera directa en la vigilancia de construcciones, ya bajo la forma de una Oficina de Inspección ó dictandó reglamentos á que deberán sujetarse los constructores; pues continuándose la edificación y reedificación bajo la forma que en la actualidad se hace y continuándose los temblores, la situación será cada vez más peligrosa.

2.<sup>a</sup> Aconsejar á los señores propietarios actuales ó futuros de fincas urbanas, la mejor disposición que ha adoptado la comisión del Japón para construcciones en regiones muy afectadas por temblores, de cuyo informe se publicó una traducción en el *Boletín de la Secretaría de Fomento*, de la cual damos el párrafo siguiente:

“En 1895 el Comité publicó una serie de direcciones sobre los puntos esenciales que se deben observar en



la construcción de casas de madera para hacerlas más propias para resistir el sacudimiento de los temblores. Una traducción al inglés se encuentra en E. I. C. Publ., N.º 4, págs. 1 á 5 (con 23 figs.). La falta principal en las construcciones de madera en Japón, es la disminución de resistencia en los pilares por el gran número de ensambles, y la falta de tirantes y cabezales, por lo que, con frecuencia, las construcciones sufren una dislocación en su parte superior con inclinación bien sensible de sus paredes. Se hicieron algunos modelos para ilustrar los puntos principales enunciados antes, de los cuales se mandó uno á Shonai, Distrito perjudicado el año próximo anterior.

Además de los modelos pequeños se construyeron dos casas de madera á prueba de temblor, una en Nemuro y la otra en Fukagawa, Tokio. Se eligió Nemuro por haber sido uno de los lugares más sacudidos en el extremo N.; Fukagawa fué escogido porque su suelo es de lodos aluviales blandos, de modo que está propenso á fuertes sacudidas. Ahora el edificio de Fukagawa sirve como una de las estaciones de la Triangulación Seísmica."

3.º Estando acreditado el Estado como ocupando una región de gran seismicidad sería muy oportuno y conveniente instalar varias estaciones pequeñas de observación seismológica, para que, estudiados los temblores con los adelantos que hasta la fecha se tienen sobre el particular, se llegue á fijar los lugares peligrosos y evitar así desastres; siendo la instalación de estos pequeños observatorios y sus resultados, de fijo utilizables, un adelanto bien marcado de la ciencia en nuestro país.

# Apéndice

## I. Datos instrumentales

México.

Péndulo horizontal Bosch-Omori, amplif. 15 veces:

Componente N.-S.	I (V <sub>1</sub> ).....	6 <sup>h</sup> 08 <sup>m</sup> 34 <sup>s</sup>
	III (B).....	6 09 02
„ E.-W.	I (V <sub>1</sub> ).....	6 08 50
	III (B).....	6 09 05

Gravímetro trifilar de Schmidt (componente vertical).

III (B).....	6 <sup>h</sup> 09 <sup>m</sup> 04 <sup>s</sup>
--------------	--

WASHINGTON.

Péndulo Bosch-Omori, amplif. 25 veces en la componente N.-S. y 20 veces en la componente E.-W.

Componente N.-S.	I (V <sub>1</sub> ).....	6 <sup>h</sup> 14 <sup>m</sup> 19 <sup>s</sup>
	II (V <sub>2</sub> ).....	6 19 28
	III (B).....	6 26 56
	IV .....	6 43 17
	fin .....	7 43 00
Componente E.-W.	I (V <sub>1</sub> )....	6 <sup>h</sup> 14 <sup>m</sup> 19 <sup>s</sup>
	II (V <sub>2</sub> ).....	6 19 34
	III (B).....	6 26 ?
	IV .....	6 43 39 ?
	fin .....	8 48 00

Tiempo de las crestas y los fondos de las ondas de los tremores iniciales.

	Onda	E.-W.	Difer.	N.-S.	Difer.	Observaciones
Núm.	1	6 <sup>h</sup> 14 <sup>m</sup> 23 <sup>s</sup>	...	6 <sup>h</sup> 14 <sup>m</sup> 21 <sup>s</sup>	...	Crestas del primer tremor preliminar.
„	2	34	11	32	11	
„	3	43	9	41	9	
„	4	53	10	53	12	
„	5	62	9	67	14	
„	6	81	19	79	12	
„	7	90	9	87	8	
„	8	99	9	95	8	Comienzan pequeñas ondulaciones.

	Onda	N.-W.	Difer.	N.-S.	Difer.	Observaciones	
Núm.	9	117	18	117	22		
„	10	113	14	131	14		
„	11	.....	...	.....	...	Intervalo de tranquilidad parcial con pequeñas ondulaciones.	
„	12	6 <sup>h</sup> 18 <sup>m</sup> 00 <sup>s</sup>	...	6 <sup>h</sup> 17 <sup>m</sup> 58 <sup>s</sup>	...	Ondas núms. 12 á 23 casi completamente ausentes en la componente N.-S.	
„	13	11	11	6 18	11	13	
„	14	21 <sup>1</sup>	10	17	6		
„	15	30 <sup>1</sup>	9	31	14		
„	16	41	11	40	9		
„	17	51	10	47	7		
„	18	6 19	02	11	6 19	02	15
„	19	11	9	11	9		
„	20	16	5	17	6		
„	21	21	5	20	3		
„	22	24	3	23	3		
„	23	29	5	28	5	Principio del segundo tremor inicial bien definido.	
„	24	39	10	37	9		
„	25	47	8	42	5		
„	26	6 20	00	13	56	14	
„	27	07	7	6 20	07	11	
„	28	21	14	25	18		
„	29	27	6	30	5		
„	30	40	13	34	4		
„	31	52	12	37	3		
„	32	57	5	42	5		
„	33	6 21	03	6	47	5	
„	34	07	4	50	3		
„	35	13	6	53	3		
„	36	24	11	59	6		

Núm.	Onda	E.-W.	Difer.	N.-S.	Difer.	Observaciones
37		31	7	6 21	07	8
38		40	9		20	13
39		44	4		34	14
40		51	7		43	9
41	6 22	03	12		49	6
42		20	17	6 22	03	14
43		30	10		12	9
44		38	8		21	9
45		45	7		30	9
46		56	11		40	10
47	6 23	03	7		50	10
48		13	10	6 23	00	10
49		20	7		03	3
50		30	10		15	12
51		41	11		22	7
52		55	14		53	31
53	6 24	04	9	6 24	09	16
54		25	21		26	17
55		35	10		39	13
56		51	16		52	13
57	6 25	00	9	6 25	02	10
58		17	17		15	13
59		25	8		30	15
60		42	17		45	15
61		...	...		49	4
62		...	...	6 26	00	11
63		...	...		04	4
64		...	...		11	7
65		...	...		19	8
66		...	...		36	17
67		...	...		55	19

Principio de la fase principal.

BALTIMORE.

Péndulo horizontal Bosch-Omori; amplificación 7 veces.

I (V <sub>1</sub> )	II (V <sub>2</sub> )	III (B)	fin	ampl.	max.	período.
6 <sup>h</sup> 15 <sup>m</sup> 02 <sup>s</sup>	6 <sup>h</sup> 20 <sup>m</sup> 20 <sup>s</sup>	6 <sup>h</sup> 27 <sup>m</sup> 59 <sup>s</sup>	8 <sup>h</sup> 15 <sup>m</sup>	54 <sup>m</sup>		17.9 seg.

Péndulo horizontal de Milne; amplificación 6.1 veces.

I (V <sub>1</sub> )	II (V <sub>2</sub> )	III (B)	máximum	fin	ampl. max.	período.
6 <sup>h</sup> 15 <sup>m</sup> 07 <sup>s</sup>	6 <sup>h</sup> 20 <sup>m</sup> 37 <sup>s</sup>	6 <sup>h</sup> 25 <sup>m</sup> 25 <sup>s</sup>	6 <sup>h</sup> 29 <sup>m</sup> 35 <sup>s</sup>	10 <sup>h</sup> 30 <sup>m</sup>	15.5 <sup>m</sup>	13 <sup>s</sup> 5
			6 34 19		14.0	

TORONTO.

Péndulo horizontal Milne.

I (V<sub>1</sub>) 6<sup>h</sup> 14<sup>m</sup> 00<sup>s</sup>; máx. 6<sup>h</sup> 20<sup>m</sup>; ampl. > 18 mm.

ALBANY.

Péndulo horizontal Bosch-Omori.

I (V <sub>1</sub> )	II (V <sub>2</sub> )	III (B)	Componente N-S
6 <sup>h</sup> 14 <sup>m</sup> 30 <sup>s</sup>	6 <sup>h</sup> 20 <sup>m</sup> 00 <sup>s</sup>	6 <sup>h</sup> 29 <sup>m</sup> 00 <sup>s</sup>	

VICTORIA, B. C.

Péndulo horizontal Milne.

I (V<sub>1</sub>) 6<sup>h</sup> 15<sup>m</sup> 00<sup>s</sup>; máx. 6<sup>h</sup> 28<sup>m</sup>, ampl. 27 mm?

RÍO DE JANEIRO.

Péndulo horizontal de Bosch; ampl. 15<sup>1</sup>.

Comp.	I (V <sub>1</sub> )	II (V <sub>2</sub> )	III (B)
N-S	6 <sup>h</sup> 19 <sup>m</sup> 25 <sup>s</sup>	6 <sup>h</sup> 28 <sup>m</sup> 25 <sup>s</sup>	6 <sup>h</sup> 41 <sup>m</sup> 45 <sup>s</sup>
E-W	6 19 34	6 28 52	6 42 17

COIMBRA.

Péndulo horizontal de Milne.

I (V <sub>1</sub> )	II (V <sub>2</sub> )	III (B)	IV	fin	máximum	½ ampl.
6 <sup>h</sup> 20 <sup>m</sup> 48 <sup>s</sup>	6 <sup>h</sup> 23 <sup>m</sup> 48 <sup>s</sup>	6 <sup>h</sup> 31 <sup>m</sup> 36 <sup>s</sup>	7 <sup>h</sup> 23 <sup>m</sup> 48 <sup>s</sup>	8 <sup>h</sup> 34 <sup>m</sup> 30 <sup>s</sup>	6 <sup>h</sup> 37 <sup>m</sup> 30 <sup>s</sup>	7.5 mm.
					6 51 30	>22.0
					6 54 42	>22.0
					6 56 12	>22.0

Período = 19 seg.

PAISLEY.

Péndulo horizontal Milne.

I (V<sub>1</sub>) 6<sup>h</sup> 20<sup>m</sup> 00<sup>s</sup>, máx. 7<sup>h</sup> 03<sup>m</sup>, ampl. 6 mm.

SHIDE.

Péndulo horizontal Milne.

I (V<sub>1</sub>) 6<sup>h</sup> 20<sup>m</sup> 00<sup>s</sup>, máx. 7<sup>h</sup> 01<sup>m</sup>, ampl. 9 mm.

---

1 Datos tomados de los seismogramas enviados por el Sr. Dr. H. Morire, encargado del servicio seismológico del Brasil.

Kew.

Péndulo horizontal Milne.

Componentes N-S	I (V <sub>1</sub> )	II (V <sub>2</sub> )	III (B)	fin
	6 <sup>h</sup> 19 <sup>m</sup> 58 <sup>s</sup>	6 <sup>h</sup> 31 <sup>m</sup> 02 <sup>s</sup>	6 <sup>h</sup> 48 <sup>m</sup> 34 <sup>s</sup>	10 <sup>h</sup>

SAN FERNANDO.

Seismógrafo Milne.

I (V <sub>1</sub> )	II (V <sub>2</sub> )	Máximum	Ampl.	Per.	IV	fin
		6 <sup>h</sup> 44 <sup>m</sup> 48 <sup>s</sup>	10.3 <sup>mm</sup>	2.58		
		6 49 30	12.8	3.20		
6 <sup>h</sup> 20 <sup>m</sup> 00 <sup>s</sup>	6 <sup>h</sup> 31 <sup>m</sup> 6 <sup>s</sup>	6 50 42	17.0	4.25	7 <sup>h</sup> 50 <sup>m</sup> 00 <sup>s</sup>	11 <sup>h</sup> 00 <sup>m</sup> 42 <sup>s</sup>
		6 55 36	> 17.3	> 4.33		
		7 10 00	8.3	2.08		

GRANADA.

Péndulo horizontal.

Comp.	I (V <sub>1</sub> )	III (B)	máx.	IV	ampl. máx.	fin
E-W	6 <sup>h</sup> 20 <sup>m</sup> 35 <sup>s</sup>	6 <sup>h</sup> 46 <sup>m</sup> 13 <sup>s</sup>	{ 6 <sup>h</sup> 53 <sup>m</sup> 21 <sup>s</sup> 6 57 43	7 <sup>h</sup> 44 <sup>m</sup> 55 <sup>s</sup>	> 150mm.	11 <sup>h</sup> 30 <sup>m</sup>
N-S	6 20 35	6 50 40	{ 6 51 32 6 53 13 6 55 35	7 42 50	> 115	11 30

Tromómetro Omori; ampl. 2.6 veces.

Comp.	I (V <sub>1</sub> )	III (B)	máx.	IV	ampl. máx.	fin
NW-SE	6 <sup>h</sup> 20 <sup>m</sup> 35 <sup>s</sup>	6 <sup>h</sup> 40 <sup>m</sup> 20 <sup>s</sup>	6 <sup>h</sup> 57 <sup>m</sup> 55 <sup>s</sup>	7 <sup>h</sup> 30	5.5mm.	10 <sup>h</sup>

PARIS.

Péndulo horizontal Milne.

I (V <sub>1</sub> )	II (V <sub>2</sub> )	III (B)	fin
6 <sup>h</sup> 20 <sup>m</sup> 39 <sup>s</sup>	6 <sup>h</sup> 31 <sup>m</sup> 03 <sup>s</sup>	6 <sup>h</sup> 49 <sup>m</sup> 03 <sup>s</sup>	9 <sup>h</sup> 22 <sup>m</sup>

HAMBURGO.

Péndulo astático de Wiechert.

Comp.	I (V <sub>1</sub> )	II (V <sub>2</sub> )	III (B)	fin	Máximum.
N-S	6 <sup>h</sup> 20 <sup>m</sup> 48 <sup>s</sup>	6 <sup>h</sup> 32 <sup>m</sup> 15 <sup>s</sup>	6 <sup>h</sup> 46 <sup>m</sup> 20 <sup>s</sup>	10 <sup>h</sup> 30 <sup>m</sup>	
E-W	6 <sup>h</sup> 21 <sup>m</sup> 07 <sup>s</sup>	6 <sup>h</sup> 31 <sup>m</sup> 58 <sup>s</sup>	6 <sup>h</sup> 45 <sup>m</sup> 12 <sup>s</sup>	10 <sup>h</sup> 30 <sup>m</sup>	7 <sup>h</sup> 05 <sup>m</sup>

STRASBURGO.

Péndulo astático de Wiechert.



Comp. I (V<sub>1</sub>) II (V<sub>2</sub>) III (B) máx. per. ampl. IV fin  
 N-S 6<sup>h</sup>21<sup>m</sup>22<sup>s</sup> 6<sup>h</sup>32<sup>m</sup>05<sup>s</sup> 6<sup>h</sup>45<sup>m</sup> aprox. 7<sup>h</sup>01<sup>m</sup>30<sup>s</sup> 18<sup>s</sup> 545  $\mu$  8<sup>h</sup>12<sup>m</sup>00<sup>s</sup> 10<sup>h</sup>45 aprox.  
 7 05 00 19 680  
 E-W 6 21 14 6 32 05 6 45 aprox. 7 01 30 18 777 8 14 00 10 45 aprox.  
 7 05 00 20 730

Péndulo horizontal de Rebeur-Paschwitz.

Comp. I (V<sub>1</sub>) II (V<sub>2</sub>) III (B) fin  
 N-S 6<sup>h</sup>21<sup>m</sup>18<sup>s</sup> 6<sup>h</sup>32<sup>m</sup>12<sup>s</sup> 6<sup>h</sup>43<sup>m</sup>30<sup>s</sup> 8<sup>h</sup>

Observaciones.

Péndulo Wiechert. Comp. N-S: V<sub>1</sub><sup>1</sup>; V<sub>12</sub><sup>1</sup> = 6<sup>h</sup>21<sup>m</sup>28<sup>s</sup>, 14  $\mu$ , ondas Ws 10<sub>h</sub>

Comp. E-W: V = 34  $\mu$ ; V<sub>12</sub><sup>1</sup> = 6<sup>h</sup>24<sup>m</sup>55<sup>s</sup>; 100  $\mu$  aprox.; V<sub>13</sub><sup>1</sup> = 6<sup>h</sup>27<sup>m</sup>40<sup>s</sup>;

$$V_{14}^1 = 6^h 29^m 49^s$$

$$V_2^1 = 6^h 32^m 05^s, \text{ antes } V_2 + V_1 \text{ desde } 6^h 31^m 1^s; V_{21}^1 = 6^h 38^m 15^s$$

Péndulo Rebeur-Paschwitz.

V<sub>12</sub><sup>1</sup> 7  $\mu$ . A las 8<sup>h</sup> se apagó la lámpara.

GÖTTINGEN.

Péndulo astático de Wiechert.

Fase	Tiempo	Periodo	Ampl. E-W.	Ampl. N-S
I (V <sub>1</sub> ) (P)	6 <sup>h</sup> 21 <sup>m</sup> 00 <sup>s</sup>	5 <sup>s</sup>	20 $\mu$	9 $\mu$
(PR <sub>1</sub> )	24 31	5	45	20
(PR <sub>2</sub> )	26 51	10	11	5
(PR <sub>3</sub> )	28 21	6	4	
II (V <sub>2</sub> ) (S)	31 51	15	110	66
(PS)	32 51	20	240	140
(SR <sub>1</sub> )	37 57	17	130	50
(SR <sub>2</sub> )	41 51	22	140	35
(SR <sub>3</sub> )	44 50	17	40	17
III (B) (L)	46 00	45		
Máx.	7 05 00	18	450	350

Fin después de 9<sup>h</sup>40<sup>m</sup>

HOHENHEIM.

Péndulo horizontal.

I (V<sub>1</sub>) II (V<sub>2</sub>) III (B) Máx. IV fin  
 6<sup>h</sup>21<sup>m</sup>13<sup>s</sup> 6<sup>h</sup>31<sup>m</sup>54<sup>s</sup> 6<sup>h</sup>48<sup>m</sup>11<sup>s</sup> 7<sup>h</sup>00<sup>m</sup>02<sup>s</sup> 7<sup>h</sup>20<sup>m</sup>02<sup>s</sup> 8<sup>h</sup>32<sup>m</sup>

Gravímetro trifilar.

Mayor amplitud      Período  
 $6.0^{\text{mm}}$                $22^{\text{s}}$

JENA.

Péndulo horizontal Ehlert.

Fase	Tiempo	Período		Amplitud	
		E.W.	N.S.	E.W.	N.S.
I (V <sub>1</sub> )	6 <sup>h</sup> 21 <sup>m</sup> 18 <sup>s</sup>				
	24	16 <sup>s</sup> 15 <sup>s</sup>		4 $\mu$	2 $\mu$
	22 07	5		5	
	29	5			2
	24 56	20		180	115
II (V <sub>2</sub> )	31 54	23		413	200
	38 33	21		256	181
	42 46	27 21		521	239
III (B)	49 00	44 47		381	1274
Máx.	7 01 40	18		1074	1181
IV.		18			
Fin.	10 42				

MONCALIERI.

Péndulo horizontal; amplitud, 25 veces.

COMPONENTE N.S.			COMPONENTE E.W.		
Tiempo	Período	Amplitud	Tiempo	Período	Amplitud
6 <sup>h</sup> 22 <sup>m</sup> 25 <sup>s</sup>	5 <sup>s</sup> . 2	1.4 <sup>mm</sup>	6 <sup>h</sup> 22 <sup>m</sup> 20 <sup>s</sup>	4 <sup>s</sup> . 9	2.0 <sup>mm</sup>
6 26 35	6. 8	1.6	6 25 50	5. 1	2.3
6 33 25	12. 2	6.4	6 33 00	17. 1	9.8
6 37 00	6. 1	2.5	6 51 51	33. 0	2.2
6 42 15	17. 4	2.0	6 57 15	17. 3	10.0
6 55 50	20. 2	7.0	7 16 45	14. 4	4.0
7 19 00	14. 5	4.4	7 37 12	15. 4	2.0
8 50 00	Fin.	....	9 08 00	Fin.	....

Péndulo vertical; amplitud 50 veces.

COMPONENTE N.N.W.			COMPONENTE E.N.E.		
Tiempo	Período	Amplitud	Tiempo	Período	Amplitud
6 <sup>h</sup> 22 <sup>m</sup> 04 <sup>s</sup>	3 <sup>s</sup> . 8	1.1 <sup>mm</sup>	6 <sup>h</sup> 22 <sup>m</sup> 25 <sup>s</sup>	3 <sup>s</sup> . 9	1.0 <sup>mm</sup>
6 33 00	15.5	1.2	<sup>1</sup> 6 33 06	15.5	1.3
6 55 54	21.2	1.1	6 54 12	31.2	0.4
7 35 00	Fin.	....	6 58 25	20.0	1.8
			7 35 00	Fin.	....

<sup>1</sup> Ondas rapidísimas.

NOTA. A las ondas más amplias están sobrepuestas otras ondas rapidísimas, debidas quizá á la vibración del cilindro.

LEIPZIG.

Péndulo astático de Wiechert.

Fase	Tiempo	Período	Amplitud N.S. E.W.	Observaciones
I (V <sub>1</sub> ) (P)	6 <sup>h</sup> 21 <sup>m</sup> 14 <sup>s</sup>			
i	6 24 53	16 <sup>s</sup>	110 $\mu$ 150 $\mu$	El registro de tiempo no funcionó en la com- ponente E.-W. On- das cortas se recono- cen hasta 6 <sup>h</sup> 58 <sup>m</sup> .
i	26 52	8	11	
II (V <sub>2</sub> ) (S)	31 53	20	80	En el seismograma de Plauen falta II (V <sub>2</sub> ) (P), los i en II (V <sub>2</sub> ) (S) y los máximun en III (B) (L), son por la menor amplifica- ción menos fuertes que en el seismogra- ma de Leipzig.
i	32 43	15	160	
i	33 28	17	270	
i	38 11	23	275	
i	42 31	24	270	
III (B) (L)	50 30			
Máx.	51 07	40	500	
Máx.	59 32	23	800 840	
Máx.	7 03 42	22	500	
IV.		25-15		
Fin.	9 32			

MUNICH.

Péndulo horizontal.

Fase	Comp. E.-W.	Comp. N.-S.
I (V <sub>1</sub> )	6 <sup>h</sup> 21 <sup>m</sup> 28 <sup>s</sup>	6 <sup>h</sup> 21 <sup>m</sup> 28 <sup>s</sup>
II (V <sub>2</sub> )	6 32 03	6 32 02
III (B)	6 52 18	6 52 09
Fin.	10 50	

KREMSMÜNSTER.

Péndulo horizontal Ehlert.

I. (V <sub>1</sub> )	Máximum	Amplitud	Fin	Componente
6 <sup>h</sup> 21 <sup>m</sup> 47 <sup>s</sup>	6 <sup>h</sup> 25 <sup>m</sup> 54 <sup>s</sup>	14 <sup>mm</sup>	8 <sup>h</sup> 14 <sup>m</sup>	N.-S.
6 21 47	6 25 54	15	8 14	N.E.-S.W.
6 21 47	6 25 38	14	8 14	E.-W.

FLORENCIA (XIMENIANO).

Péndulo horizontal. Ampl. 40 veces.

Comp.	Fase	Tiempo	Período	Amplitud
N.-S.	I (V <sub>1</sub> )	6 <sup>h</sup> 21 <sup>m</sup> 20 <sup>s</sup>	5 <sup>s</sup> .0	0.6 <sup>mm</sup>
			5.0 <sup>1</sup>	4.0
	II (V <sub>2</sub> )	32 05	20.0	
	III <sub>1</sub> (B)	40 50	35.0	1.0
	III <sub>2</sub> (B)	6 53 20	17.7	69.0
	III <sub>3</sub> (B)	7 01 00	16.6	17.0
	IV	12 00	12.	3.0
	Fin	55 00		
E.-W.	I (V <sub>1</sub> )	6 21 30	5.3	0.5
	II (V <sub>2</sub> )	32 30	23.7	14.8
	III <sub>1</sub> (B)	43 58	20.3	6.0
	III <sub>2</sub> (B)	49 10	20.8	<180.0
	III <sub>3</sub> (B)	7 06 00	.....	.....

Se rompió el estilete.

Tromometrógrafo Omori.

Comp.	Fase	*tiempo	Período	Amplitud
S.W.-N.E.	I (V <sub>1</sub> )	6 <sup>h</sup> 21 <sup>m</sup> 20 <sup>s</sup>	7 <sup>s</sup> .0	1.0 <sup>mm</sup>
	II (V <sub>2</sub> )	31 40	22.5	5.0
	III <sub>1</sub> (B)	... ..	... ..	4.0
	III <sub>2</sub> (B)	51 20	30.0	80.0
	III <sub>3</sub> (B)	7 09 50	20.0	.....
	IV	24 50	15.0	3.0
	Fin	8 ?		

1 Ondas sobrepuestas á otras.

Comp.	Fase	Tiempo	Período	Amplitud
N.W.-S.E.	I (V <sub>1</sub> )	6 21 20	... ..	0.8
	II (V <sub>2</sub> )	31 50	22.7	16.0
	III <sup>1</sup> (B)	... ..	....	4.0
	III <sub>2</sub> (B)	51 00	22.5	84.0
	III <sub>3</sub> (B)	7 09 40	18.5	.....
	IV	30 00	... ..	.....
	Fin	8 ?		

## Microseismógrafo Vicentini, pantógrafo.

Fase	Tiempo	Período	Amplitud
I (V <sub>1</sub> )	6 <sup>h</sup> 21 <sup>m</sup> 20 <sup>s</sup>	?	0.3 <sup>mm</sup>
II (V <sub>2</sub> )	33 25	irr.	0.8
III <sub>1</sub> (B)	41 25	... ..	....
III <sub>2</sub> (B)	57 30	22 <sup>s</sup> .5	1.2
III <sub>3</sub> (B)	7 14 00	15.5	0.5
IV	19 00	... ..	....
Fin	8 ?		

## FLORENCIA (QUERCE).

## Péndulo horizontal.

I (V <sub>1</sub> )	II (V <sub>2</sub> )	III (B)	IV	Fin
6 <sup>h</sup> 22 <sup>m</sup> 08 <sup>s</sup>	6 <sup>h</sup> 32 <sup>m</sup> 59 <sup>s</sup>	6 <sup>h</sup> 57 <sup>m</sup> 43 <sup>s</sup>	7 <sup>h</sup> 30 <sup>m</sup>	7 <sup>h</sup> 54 <sup>ra</sup>

## SIENA.

## Microseismógrafo Vicentini.

I (V <sub>1</sub> )	III (B)	IV
6 <sup>h</sup> 18 <sup>m</sup> 55 <sup>s</sup>	6 <sup>h</sup> 50 <sup>m</sup> 25 <sup>s</sup>	7 <sup>h</sup> 30 <sup>m</sup> 25 <sup>s</sup>

## JURJEF (DORPAT).

## Péndulo horizontal Zöllner.

Comp.	Tiempo	Máximo	Amplitud
Péndulo R <sub>3</sub>	6 <sup>h</sup> 21 <sup>m</sup> 39 <sup>s</sup>		12
	25 28	6 <sup>h</sup> 28 <sup>m</sup> 30 <sup>s</sup>	42
	32 30		58
	34 11	38 30	150
	41 36	49 24	340
	55 00		

Comp.	Tiempo	Máximum	Amplitud
	8 26 48		21
	54 51		14
	9 10		15
Péndulo R <sub>4</sub>	6 21 36		17
	25 30	6 28 30	34
	32 28		
	33 53		>160
	40 54		>460

GRAZ.

Péndulo estático Wiechert.

Fase	Tiempo	Período	Amplitud	
			E.-W.	N.-S.
I (V <sub>1</sub> ) (P)	6 <sup>h</sup> 21 <sup>m</sup> 23 <sup>s</sup>	16 <sup>s</sup>	14.3 $\mu$	3.5 $\mu$
(PR <sub>1</sub> )	25 11	16	8.4	5
(PR <sub>2</sub> )	6 27 21	16	18.5	7.7
(PR <sub>3</sub> )	28 57	16	12.5	8.5
II (V <sub>2</sub> ) (S)	32 19	23	100	51
(PS)	34 11	20	188	68
(SR <sub>1</sub> )	38 57	32	150	83
(SR <sub>2</sub> )	42 03	32	118	92
(SR <sub>3</sub> )	45 20	40	130	175
III (B) (L)	52 33	48		
Max.	7 09 00	20	260	77
Fin	11			

TRIESTE.

Péndulo horizontal Ehlert.

Comp.	I (V <sub>1</sub> )	III (B)	Máximum	Ampl.	Per. IV	Per. Fin.
W 60°N	6 <sup>h</sup> 22 <sup>m</sup> 08 <sup>s</sup>	6 <sup>h</sup> 33 <sup>m</sup> 11 <sup>s</sup>	7 <sup>h</sup> 07 <sup>m</sup> 42 <sup>s</sup>	10.2 mm	.....	..... 10 <sup>h</sup> 09 <sup>m</sup> 30
W 60°S	6 22 00	6 33 03	6 37 12	13.0	.....	..... 9 48 30
E-W	6 21 52	6 32 55	6 38 43	14.6	.....	..... 9 25 44

Microseismógrafo Vicentini, 1:100.

Comp.	I (V <sub>1</sub> )	III (B)	Máximum	Ampl.	Per. IV	Per. Fin.
N-S	6 <sup>h</sup> 21 <sup>m</sup> 53 <sup>s</sup>	6 <sup>h</sup> 32 <sup>m</sup> 14 <sup>s</sup>	7 <sup>h</sup> 00 <sup>m</sup> 47 <sup>s</sup>	0.9 mm	21 <sup>s</sup> 6 7 <sup>h</sup> 23 <sup>m</sup> 32 <sup>s</sup>	17 <sup>s</sup> 2 .....
E-W	6 21 48	6 32 13	7 00 27	0.8	22.6 7 23 09	18.0 .....
Vert.	6 21 39	6 32 19	7 04 25	0.2	22.0 7 09 55	18.0 7 <sup>h</sup> 56 <sup>m</sup> 55



Interferencia en IV: Comp. N-S y E-W: 4.0 min.

LAIBACH.

Péndulo horizontal de Ehlert.<sup>1</sup>

Comp.	I (V <sub>1</sub> )	II (V <sub>2</sub> )	III (B)	Máximo	Ampl.	Fin.
N-S	6 <sup>h</sup> 21 <sup>m</sup> 36 <sup>s</sup>	6 <sup>h</sup> 25 <sup>m</sup> 22 <sup>s</sup>	6 <sup>h</sup> 41 <sup>m</sup> 45 <sup>s</sup>	7 <sup>h</sup> 06 <sup>m</sup> 21 <sup>s</sup>	36.0 <sup>mm</sup>	9 <sup>h</sup> 30 <sup>m</sup>
S60°W	6 23 10	6 27 39	6 47 42?	7 01 27	9.0	9
S60°E	6 22 33	6 25 45	6 46 27?	7 03 10	7.5	9

Microseismógrafo de Vicentini.

Comp.	I (V <sub>1</sub> )	II (V <sub>2</sub> )	III (B)	Máximo	Ampl.	Fin.
N-S	6 <sup>h</sup> 21 <sup>m</sup> 44 <sup>s</sup>	6 <sup>h</sup> 33 <sup>m</sup> 13 <sup>s</sup>	6 <sup>h</sup> 43 <sup>m</sup> 42 <sup>s</sup>	7 <sup>h</sup> 00 <sup>m</sup> 02 <sup>s</sup>	1.5 <sup>mm</sup>	8 <sup>h</sup> 30 <sup>m</sup>
E-W	6 21 34	6 32 17	6 43 44	7 06 32	1.8	8 30

Seismógrafo de Grablowitz.

Comp.	I (V <sub>1</sub> )	II (V <sub>2</sub> )	III (B)	Máximo	Ampl.	Fin.
NW-SE	6 <sup>h</sup> 21 <sup>m</sup> 18 <sup>s</sup>	6 <sup>h</sup> 32 <sup>m</sup> 00 <sup>s</sup>	6 <sup>h</sup> 57 <sup>m</sup> 27 <sup>s</sup>	7 <sup>h</sup> 14 <sup>m</sup> 03 <sup>s</sup>	2.6 <sup>mm</sup>	8 <sup>h</sup> 45 <sup>m</sup>
NE-SW	6 21 32	6 33 03	7 58 45	7 02 51	2.0	9 30

VIENA.

Péndulo astático de Wiechert.

Comp.	Fase	Tiempo	Período	Ampl.	
N-S	I (V <sub>1</sub> )	6 <sup>h</sup> 21 <sup>m</sup> 34 <sup>s</sup>	6 <sup>s</sup>	aprox. 7μ	La introducción de la primera fase la forman dos ondas de 20 sec. de período. A <sub>N</sub> = aprox. 50μ
	II (V <sub>2</sub> )	6 31 42	20	370	
	III (B)	6 53 00			
	Máx.	7 02 30	21	800	
	Fin. después de 9 <sup>h</sup> 45 <sup>m</sup>				
E-W	I (V <sub>1</sub> )	6 <sup>h</sup> 21 <sup>m</sup> 34 <sup>s</sup>			Corr. de tiempo = + 1 seg.
	II (V <sub>2</sub> )	6 30 54			
	III (B)	6 52 42			
	Máx.	7 07 30	20	580	
	Fin. después de 9 <sup>h</sup> 45 <sup>m</sup>				

<sup>1</sup> La diferencia entre las indicaciones siguientes y las que damos en nuestra lista de los ángulos de tiempo y distancia, se explica porque en aquella lista hemos dado los principios de las fases así como los determinamos en el seismograma mismo, mientras que los datos que vamos á reproducir aquí son los que fueron enviados por el Sr. Prof. Belar.

## POLA.

Microseismógrafo Vicentini. Ampl. hor. 107, vert. 139.

Comp.	I (V <sub>1</sub> )	II (V <sub>2</sub> )	III (B)	Máximum	Ampl.	Per.	IV	Fin.
Vert.	.....	.....	7 <sup>h</sup> 03 <sup>m</sup> 36 <sup>s</sup>	.....	0.1 mm	.....		7 <sup>h</sup> 09 <sup>m</sup> 36 <sup>s</sup>
N-S	.....	6 <sup>h</sup> 33 <sup>m</sup> 03 <sup>s</sup>	6 50 51	6 <sup>h</sup> 59 <sup>m</sup> 39 <sup>s</sup>	0.7	24°0		7 25 09
E-W	?	6 <sup>h</sup> 25 <sup>m</sup> 30 <sup>s</sup>	6 32 12 6 56 48	7 04 18	0.6	20.0		7 31 18

## FIUME.

Péndulo Vicentini—Konkoly.

Comp.	III (B)	Ampl. Máxima	Per.	Fin.
N-S	6 <sup>h</sup> 51 <sup>m</sup> 20 <sup>s</sup>	0,2 mm	30 <sup>s</sup>	7 <sup>h</sup> 23 <sup>s</sup>
E-W	6 53 42	0.3	25	7 27

## ROCCA DI PAPA.

*Microseismómetrografo Agamennone.* (Kg. 500, P. 4<sup>s</sup>, 2; A. 60; V. 70 cm.)

En la comp. N.E. no completamente quieta principio de las vibraciones microscópicas á las 6<sup>h</sup>21<sup>m</sup>50<sup>s</sup> — + 3<sup>s</sup> con refuerzo marcado á las 7<sup>h</sup>22<sup>m</sup>14<sup>s</sup> con ondulaciones más bien irregulares con semiamplitudes entre 0.1mm y 0.2 mm y períodos de oscilación entre 3.3 seg. y 4.4 seg., y que se atenúan después de las 6<sup>h</sup>23<sup>m</sup>27<sup>s</sup>. Continuación con un grupito de 7 ondas (6<sup>h</sup>25<sup>m</sup>30<sup>s</sup> hasta 6<sup>h</sup>25<sup>m</sup>59<sup>s</sup>) del período de 4<sup>s</sup>.1 y de la máxima semiamplitud de 0.3mm seguido por continuaciones análogas y lentamente decreciendo hasta una serie más tenue (0.15<sup>mm</sup>) de 19 ondas (de 6<sup>h</sup>29<sup>m</sup>20<sup>s</sup> hasta 6<sup>h</sup>30<sup>m</sup>25<sup>s</sup>) del período de 3<sup>s</sup>.4 y seguida por su vez de otras más finas. Ondas más lentas aparecen cerca de 6<sup>h</sup>32<sup>m</sup>32<sup>s</sup> en un primer grupito irregular de 3 ondas de 6<sup>h</sup>32<sup>m</sup>37<sup>s</sup> hasta 6<sup>h</sup>32<sup>m</sup>59<sup>s</sup> del período de 7<sup>s</sup>.3 y semiamplitud de 0.25 mm. y después de un grupo más importante de 13 ondas (6<sup>h</sup>33<sup>m</sup>40<sup>s</sup> á 6<sup>h</sup>37<sup>m</sup>29<sup>s</sup>) del período medio de 17.6, de la máxima semiamplitud de 0.65mm y que se han sobrepuesto á ondulaciones

instrumentales. Los períodos más lentos se encuentran en grupos seguidos de semiamplitud de oscilación entre 0.1 y 0.2 mm.

6	ondas	de	6 <sup>h</sup> 39 <sup>m</sup> 29 <sup>s</sup>	á	6 <sup>h</sup> 41 <sup>m</sup> 29 <sup>s</sup>	del período de	20 <sup>s</sup>
5	„	„	6 44 35	á	6 46 10	„ „ „	19
5	„	„	6 46 37	á	6 48 58	„ „ „	28 <sup>s</sup> .2
5	„	„	6 51 36	á	6 53 43	„ „ „	25.4

Siguen las ondulaciones análogas perturbadas pero más rápidas que no hacen indeciso el período. La fase principal, compuesta de ondas netas y regulares, se inicia con un primer grupo de 10 ondas (6<sup>h</sup>57<sup>m</sup>34<sup>s</sup> á 7<sup>h</sup>01<sup>m</sup>15<sup>s</sup>) de la máxima semiamplitud de 1mm y del período de 22<sup>s</sup>.1 y después de una serie de 151 ondas (7<sup>h</sup>01<sup>m</sup>15<sup>s</sup> á 7<sup>h</sup>43<sup>m</sup>06<sup>s</sup>) del período 16<sup>s</sup>.7 con marcha decreciente y semiamplitud máxima de 1.2 mm. Con amplitudes menores (0.1 á 0.05 mm) siguen ondulaciones análogas siempre más tenues con períodos oscilantes entre 14<sup>s</sup>.7 y 16<sup>s</sup>.1. Después de las 8<sup>h</sup>20<sup>m</sup>40<sup>s</sup> las ondulaciones se hacen apenas visibles y la traza vuelve á ser regular cerca de las 9<sup>h</sup>03<sup>m</sup>41<sup>s</sup>.

En la comp. N.W. á las 6<sup>h</sup>21<sup>m</sup>49<sup>s</sup> inflexiones de la línea con mínima irregularidad. Refuerzo de la semiamplitud de 0.25 mm á las 6<sup>h</sup>22<sup>m</sup>28<sup>s</sup> con mínimas ondulaciones del período de cerca de 3<sup>s</sup>. Sensible refuerzo á las 6<sup>h</sup>25<sup>m</sup>29<sup>s</sup> con ondulaciones irregulares por interferencia de las precedentes con otras más lentas cuyo período determinado cerca de las 6<sup>h</sup>26<sup>m</sup>55<sup>s</sup> resulta ser cerca de 5<sup>s</sup>.2 y que lentamente se atenúan hasta que casi desaparecen. A las 6<sup>h</sup>32<sup>m</sup>25<sup>s</sup> principio de la fase más lenta con un grupo de 14 ondas (6<sup>h</sup>32<sup>m</sup>52<sup>s</sup> á 6<sup>h</sup>37<sup>m</sup>45<sup>s</sup>) del período medio de 20<sup>s</sup>.9 irregularísimas y que alcanzan

bruscamente hacia la mitad del grupo la máxima semi-amplitud de 1mm. Como muy tenues y poco regulares se notan los grupos:

De 2 ondas de  $6^h44^m00^s$  á  $6^h44^m52^s$  con período de  $26^s$

De 3 „ „  $6^h46^m30^s$  „  $6^h47^m52^s$  „ „ „ „  $27^s.3$

De 10 „ perturbadas por interferencias de  $6^h52^m46^s$  á  $6^h55^m50^s$  con período de  $18^s.4$  y con amplitud de 0.15 mm.

4 ondas ( $6^h56^m54^s$  á  $6^h58^m38^s$ ) con período de  $26^s$

Sigue inmediatamente el grupo principal de 36 ondas ( $6^h58^m38^s$  á  $7^h10^m17^s$ ) del período de  $19^s.4$  y de la máxima semiamplitud de 0.75mm que se prolonga con amplitud decreciente en los grupos:

De 7 ondas ( $7^h12^m01^s$  á  $7^h14^m00^s$ ) del período de  $17^s.0$  y semiamplitud 0.25 mm.

De 3 „ „ ( $7^h15^m36^s$  á  $7^h16^m25^s$ ) del período de  $16^s.3$  y semiamplitud 0.15 mm.

De 22 „ „ ( $7^h17^m30^s$  á  $7^h23^m16^s$ ) del período de  $15^s.7$  y semiamplitud 0.10 mm.

La fase es en general decreciente y se notan dos leves continuaciones de ondulaciones análogas á las  $7^h32^m31^s$  y  $7^h50^m25^s$  y la traza se vuelve regular cerca de las  $8^h15^m25^s$  y quizá hasta más adelante.

*Nuevo Microseismómetrografo Agamennone* instalado provisionalmente (Kg. 250; P  $2^s.6$ ; A 100; V 60 cm.).

En la comp. E.W. bastante irregular, se inicia á las  $6^h21^m50^s + - 3^s$  una larga serie de ondulaciones del período de  $1^s.7$  y que alcanzan la máxima semiamplitud de 0.3 mm. á las  $6^h26^m14^s$ , decrecen haciéndose poco visibles por la sobreposición de otra línea, por lo cual resulta difícil la determinación precisa del principio de la fase

más lenta, que parece comenzar cerca de las  $6^h31^m34^s$ . Después de algunas ondas poco visibles, hay 9 ondas ( $6^h32^m27^s$  á  $6^h33^m35^s$ ) de la semiamplitud de 0.1mm y del período de  $7^s.5$ . Con un refuerzo sensible se halla una serie de ondas con períodos crecientes en los siguientes grupos:

- 8 ondas decrecientes ( $6^h34^m23^s$  á  $6^h36^m43^s$ ) de la semiamplitud máxima de 0.3 mm. y del período de  $17^s.5$ .
- 8 „ ( $6^h38^m24^s$  á  $6^h40^m37^s$ ) de la semiamplitud de 0.1 mm. y del período de  $16^s.6$ .
- 8 „ ( $6^h42^m34^s$  á  $6^h45^m24^s$ ) de la semiamplitud de 0.05 mm. y del período de  $21^s.2$ .
- 5 „ ( $6^h45^m24^s$  á  $6^h47^m45^s$ ) de la semiamplitud de 0.05 mm. y del período de  $28^s.2$ .

El período vuelve ahora á decrecer, y después de dos grupitos, el uno muy fino de 4 ondas ( $6^h49^m46^s$  á  $6^h50^m43^s$ ) del período de  $14^s.2$ , el otro un poco más intenso (0.05 mm) de 8 ondas ( $6^h50^m43^s$  á  $6^h53^m03^s$ ) del período de  $17^s.5$  sigue el grupo principal de 81 ondulaciones ( $6^h53^m52^s$  á  $7^h19^m07^s$ ) del período de  $18^s.7$  y con una máxima semiamplitud de 0.65mm á 8.4.2.

Más finos pero más claros entre las continuas ondulaciones de la traza siguen los grupos:

- De 22 ondas ( $7^h21^m04^s$  á  $7^h26^m44^s$ ) del período de  $15^s.4$
- „ 3 „ ( $7\ 27\ 13$  á  $7\ 28\ 24$ ) „ „ „  $23^s.7$
- „ 3 „ ( $7\ 29\ 59$  á  $7\ 30\ 47$ ) „ „ „  $16^s$
- „ 4 „ ( $7\ 36\ 03$  á  $7\ 37\ 11$ ) „ „ „  $17^s$

todos con semiamplitud cerca de 0.1 mm. En este punto la traza se interrumpió.

En la comp. N.S. desde algunas horas intensamente ondulada, principio bastante neto á las  $6^h22^m00^s$  de on-

dulaciones más amplias y regulares del período de cerca de  $1^{\text{s}}.7$  que alcanzan pronto la máxima semiamplitud de 0.4 mm y se prolongan, alternándose con tramos en los cuales se observan sólo las ondulaciones preexistentes en la traza y teniendo más ó menos el mismo período.

Cerca de las  $6^{\text{h}}28^{\text{m}}20^{\text{s}}$  algunas señas ligeras poco seguras de ondas más lentas, que aparecen más claras en un tenue (0.1 mm) grupo de 7 ondas ( $6^{\text{h}}29^{\text{m}}41^{\text{s}}$  á  $6^{\text{h}}30^{\text{m}}07^{\text{s}}$ ) del período  $3^{\text{s}}.7$  y poco después en otro de 4 ondas ( $6^{\text{h}}32^{\text{m}}38^{\text{s}}$  á  $6^{\text{h}}33^{\text{m}}12^{\text{s}}$ ) del período de  $8^{\text{s}}.5$ . Aparece ahora una fase más lenta con 9 suaves (0.1 mm) ondas ( $6^{\text{h}}33^{\text{m}}25^{\text{s}}$  á  $6^{\text{h}}36^{\text{m}}31^{\text{s}}$ ) del período de  $20^{\text{s}}.7$  á las cuales son sobrepuestas otras más lentas y las rápidas de  $1^{\text{s}}.7$ . El tramo que sigue es irregularmente ondulado con ondas aisladas de períodos bastante variados; en realidad se notan dos grupos resultantes de interferencias, en uno de 6 ondas ( $6^{\text{h}}37^{\text{m}}34^{\text{s}}$  á  $6^{\text{h}}38^{\text{m}}11^{\text{s}}$ ) del período de  $6^{\text{s}}.2$ , el otro de tres ondas ( $6^{\text{h}}38^{\text{m}}27^{\text{s}}$  á  $6^{\text{h}}39^{\text{m}}01^{\text{s}}$ ) del período de  $11^{\text{s}}.3$ . Más regulares siguen de nuevo con períodos más lentos 4 ondas ( $6^{\text{h}}43^{\text{m}}13^{\text{s}}$  á  $6^{\text{h}}44^{\text{m}}56^{\text{s}}$ ) del período medio de  $25^{\text{s}}.7$  y 26 ondas de la semiamplitud de 0.1 mm desde las  $6^{\text{h}}51^{\text{m}}10^{\text{s}}$  hasta las  $7^{\text{h}}00^{\text{m}}25^{\text{s}}$  del período de  $22^{\text{s}}.2$ .

El período vuelve á decrecer definitivamente y hay una larga serie de 86 ondas ( $7^{\text{h}}02^{\text{m}}28^{\text{s}}$  á  $7^{\text{h}}26^{\text{m}}48^{\text{s}}$ ) de la máxima semiamplitud de 0.15mm y del período de  $16^{\text{s}}.9$  á las cuales siguen otras análogas y más tenues hasta la interrupción de la traza.

Péndulo horizontal N.S. (oscilando en dirección N.-S.)  
(Kg. 60; P  $27^{\text{s}}.2$ ; A  $1$ ; V 30 cm.).

En la traza se encuentran primero algunas leves



irregularidades. A las  $6^{\text{h}}21^{\text{m}}06^{\text{s}} + -3^{\text{s}}$  finísimo principio del registro, al cual siguen primero 22 ondas ( $6^{\text{h}}21^{\text{m}}24^{\text{s}}$  á  $6^{\text{h}}30^{\text{m}}09^{\text{s}}$ ) de la máxima semiamplitud de 0.25mm y del período  $23^{\text{s}}.9$  y después ( $6^{\text{h}}30^{\text{m}}09^{\text{s}}$ ) 4 ondas muy tenues del período  $29^{\text{s}}.7$ . A las  $6^{\text{h}}32^{\text{m}}08^{\text{s}}$  refuerzo con 43 ondas del período  $2^{\text{s}}.7$  que alcanzan en las primeras ondas la máxima semiamplitud de 1.5 mm decreciendo después gradualmente. Otro refuerzo con el grupo principal de 39 ondas ( $6^{\text{h}}51^{\text{m}}30^{\text{s}}$  á  $7^{\text{h}}08^{\text{m}}08^{\text{s}}$ ) del período de  $25^{\text{s}}.6$ , que alcanzan la máxima semiamplitud de 2.2mm á las  $6^{\text{h}}57^{\text{m}}25^{\text{s}}$ . Siguen 22 ondas muy tenues de interferencia ( $7^{\text{h}}08^{\text{m}}08^{\text{s}}$  á  $7^{\text{h}}14^{\text{m}}17^{\text{s}}$ ) del período de  $14^{\text{s}}$ . De nuevo siguen los grupos regulares:

De 20 ondas ( $7^{\text{h}}14^{\text{m}}17^{\text{s}}$  á  $7^{\text{h}}23^{\text{m}}09^{\text{s}}$ ) del per. de  $26^{\text{s}}.6$  fusiformes con una máxima semiamplitud de 0.75 mm.

De 4 ondas ( $7^{\text{h}}23^{\text{m}}09^{\text{s}}$  á  $7^{\text{h}}24^{\text{m}}42^{\text{s}}$ ) del per. de  $23^{\text{s}}.2$  con semiamplitud máxima de 0.25 mm.

De 22 ondas ( $7^{\text{h}}24^{\text{m}}42^{\text{s}}$  á  $7^{\text{h}}34^{\text{m}}09^{\text{s}}$ ) del per. de  $25^{\text{s}}.8$  con semiamplitud máxima de 0.75 mm.

Con una amplitud inicial de 0.35mm siguen 113 ondas ( $7^{\text{h}}38^{\text{m}}01^{\text{s}}$  á  $8^{\text{h}}25^{\text{m}}51^{\text{s}}$ ) decrecientes del período  $25^{\text{s}}.4$ , poco después un grupito finísimo de ondas análogas á las  $8^{\text{h}}27^{\text{m}}23^{\text{s}}$ . En las demás horas se notan sobre la línea, tenues grupos evanescentes.

*Péndulo horizontal E.W.* (oscilando en dirección E.—W.) Kg. 60; P  $26^{\text{s}}.6$ ; A 1; V 35 cm.).

Sobre la línea que precede, algunos grupitos tenues; principio ligerísimo del registro á las  $6^{\text{h}}21^{\text{m}}09^{\text{s}} + -3^{\text{s}}$ , siguen 7 ondulaciones finísimas ( $6^{\text{h}}21^{\text{m}}44^{\text{s}}$  á  $6^{\text{h}}24^{\text{m}}25^{\text{s}}$ ) del período de  $23^{\text{s}}$ . Refuerzo á las  $6^{\text{h}}25^{\text{m}}38^{\text{s}}$  con 10 ondas del período de  $25^{\text{s}}.5$  de la semiamplitud inicial de 0.3mm y decreciendo después rápidamente. Siguen ( $6^{\text{h}}30^{\text{m}}53^{\text{s}}$ )

4 ondas ligerísimas del período  $23^s.7$ . A las  $6^h32^m53^s$  re-fuerzo seguido á las  $6^h35^m38^s$  por 52 ondas del período de  $22^s.2$  que alcanzando rápidamente á las  $6^h38^m21^s$  un máximo de 2 mm decrecen con igual rapidez para alcanzar después otros maximum secundarios. A esto sigue el grupo principal de 63 ondas ( $6^h54^m53^s$  á  $7^h22^m26^s$ ) del período de  $26^s.3$  con semiamplitud inicial de 0.5mm que aumenta rápidamente alcanzando en la  $13^a$  onda un máximo de 6.5mm, que se mantiene, salvo pequeñas oscilaciones, durante unas 15 ondulaciones, decreciendo después lentamente. Sigue ( $7^h23^m43^s$  á  $7^h25^m48^s$ ) un grupito de interferencia de 8 ondas (0.25 mm) del período de  $15^s.6$  y después con amplitudes decrecientes y separados por tramos apenas ondulados los grupos:

De 16 ondas ( $7^h26^m38^s$  á  $7^h33^m31^s$ ) de per.  $25^s.8$  c. semiampl. máx. de  $0.65^m$   
 „ 16 „ ( $7\ 34\ 38\ á\ 7\ 40\ 55$ ) de per.  $23^s.6$  c. „ „ de 0.30  
 „ 20 „ ( $7\ 46\ 45\ á\ 7\ 55\ 10$ ) de per.  $25^s.2$  c. „ „ de 0.25  
 „ 8 „ ( $8\ 00\ 41\ á\ 8\ 03\ 58$ ) de per.  $24^s.6$  c. „ „ de 0.10

Siguen ligerísimas ondulaciones que después de las  $8^h41^m01^s$  desvanecen por completo. La traza demuestra más adelante algunos grupitos finísimos.

# ZAGREB.

Péndulo Vicentini-Konkoly.

Comp.	I ( $V_1$ )	II ( $V_2$ )	III (B)	Máximum	Ampl.	Per.	Fin.
N.-S.	$6^h21^m36^s$	$6^h33^m42^s$	$6^h52^m50^s$	$7^h00^m50^s$	$0.5^m$	$25^s$	$8^h30^m$
E.-W.	6 21 42	6 33 30	6 53 57	7 10 40	0.4	18	8 30

# CRACOVIA.

Péndulo horizontal Bosch-Omori.

Comp.	I ( $V_1$ )	II ( $V_2$ )	III (B)	Máx.	Ampl.	IV	Per.	Fin.
N.E.-S.W.	$6^h25^m28^s$	$6^h34^m24^s$	$6^h54^m54^s$	$7^h04^m24^s$	$12.3^m$	$7^h20^m$	$15^s$	$7^h52^m48^s$

## OGYALLA.

Péndulo horizontal Bosch-Omori.

Comp.	I (V <sub>1</sub> )	II (V <sub>2</sub> )	Máx.	Ampl.	Per.	Fin.
N.-S.	6 <sup>h</sup> 22 <sup>m</sup> 25 <sup>s</sup>	6 <sup>h</sup> 33 <sup>m</sup> 03 <sup>s</sup>	7 <sup>h</sup> 12 <sup>m</sup> 00 <sup>s</sup>	7.2 <sup>m</sup>	17 <sup>s</sup>	8 <sup>h</sup> 13 <sup>m</sup> 24 <sup>s</sup>
E.-W.	6 25 29	6 34 15	7 07 19	12.4	21	?

## BUDAPEST.

Péndulo astático de Wiechert.

Comp.	I (V <sub>1</sub> )	II (V <sub>2</sub> )	III (B)	Máx.	Ampl.	Per.	IV	Fin.
N.-S.	6 <sup>h</sup> 22 <sup>m</sup> 05 <sup>s</sup>	6 <sup>h</sup> 25 <sup>m</sup> 56 <sup>s</sup>	6 <sup>h</sup> 32 <sup>m</sup> 56 <sup>s</sup>	7 <sup>h</sup> 06 <sup>m</sup> 05 <sup>s</sup>	14.7 <sup>m</sup>	20 <sup>s</sup>	7 <sup>h</sup> 28 <sup>m</sup> 05 <sup>s</sup>	8 <sup>h</sup> 48 <sup>m</sup>
E.-W.	6 22 05	6 25 53	6 32 52	7 09 46	20.6	19	7 35 11	8 48

## BUDAPEST.

Péndulo horizontal Bosch-Omori.

Comp.	I (V <sub>1</sub> )	II (V <sub>2</sub> )	III (B)	máx.	ampl.	per.	IV	fin
N.-S.	6 <sup>h</sup> 25 <sup>m</sup> 55 <sup>s</sup>	6 <sup>h</sup> 34 <sup>m</sup> 48 <sup>s</sup>	6 <sup>h</sup> 54 <sup>m</sup> 09 <sup>s</sup>	7 <sup>h</sup> 10 <sup>m</sup> 15 <sup>s</sup>	10.7 <sup>m</sup>	21 <sup>s</sup>	7 <sup>h</sup> 16 <sup>m</sup> 34 <sup>s</sup>	8 <sup>h</sup> 24 <sup>m</sup> 30 <sup>s</sup>
E.-W.	6 25 50	6 32 41	6 49 35	7 01 40	8.6	32	—	8 51

## SARAJEVO.

Microseismógrafo Vicentini.

Comp.	I (V <sub>1</sub> )	II (V <sub>2</sub> )	III (B)	máx.	ampl.	IV	per.	fin.
N.-S.	—	6 <sup>h</sup> 36 <sup>m</sup> 30 <sup>s</sup>	7 <sup>h</sup> 02 <sup>m</sup> 58 <sup>s</sup>	7 <sup>h</sup> 12 <sup>m</sup> 19 <sup>s</sup>	1.0 <sup>m</sup>	7 <sup>h</sup> 25 <sup>m</sup> 42 <sup>s</sup>	20 <sup>s</sup> desp.	8 <sup>h</sup> 20 <sup>s</sup>
E.-W.	6 <sup>h</sup> 22 <sup>m</sup> 30 <sup>s</sup>	6 36 30	7 02 30	7 11 59	1.8	7 23 39	18	„ 8 20

## TEMESVAR.

Péndulo Vicentini-Konkoly.

Comp.	I (V <sub>1</sub> )	II (V <sub>2</sub> )	III (B)	ampl.	per.	fin
				máx.		
N.E.-S.W.	6 <sup>h</sup> 25 <sup>m</sup> 13 <sup>s</sup>	—	—	0.2 <sup>m</sup>	22 <sup>s</sup>	7 <sup>h</sup> 41 <sup>m</sup>
N.W.-S.E.	6 24 49	6 <sup>h</sup> 36 <sup>m</sup> 51 <sup>s</sup>	6 <sup>h</sup> 59 <sup>m</sup> 13 <sup>s</sup>	0.5	28	7 29

## CATANIA.

Seismómetrografo grande.

(Kg. 300; P 5<sup>s</sup>; A 12.5; V 60 cm.)

Es preciso anotar que en ese día dominaba un viento de W.S.W. que á las 14<sup>h</sup> alcanzó la velocidad de 24 kilómetros por hora; además estuvo el mar agitado, por lo cual el instrumento se encontró ligeramente perturbado, especialmente en la componente N.W.-S.E., donde de vez en cuando se observan grupos de ondulaciones mínimas, del período oscilatorio de cerca de 2<sup>s</sup>; no obs-

tante de esto en la comp. N.W.-S.E. se observan á las  $6^{\text{h}}21^{\text{m}}48^{\text{s}}$  trazas evidentes de movimientos seísmicos en forma de ondulaciones mínimas, del período de  $2^{\text{s}}$  á  $2^{\text{s}}.75$ , las cuales no alcanzan la amplitud de 0.75mm y que persisten hasta las  $6^{\text{h}}32^{\text{m}}56^{\text{s}}$ ; en este instante el movimiento aumenta algo en intensidad y alcanza la amplitud de casi 2mm con ondulaciones de forma irregular del período mencionado, interferentes con otras de período lento, las que poco á poco se extinguen á las  $6^{\text{h}}54^{\text{m}}42^{\text{s}}$ ; en este momento y hasta las  $6^{\text{h}}57^{\text{m}}44^{\text{s}}$  se encuentran señas bastante vagas de ondas muy lentas que duran desde las  $6^{\text{h}}59^{\text{m}}44^{\text{s}}$  hasta las  $7^{\text{h}}04^{\text{m}}36^{\text{s}}$  con período oscilatorio de unos  $12^{\text{s}}$ ; á las  $7^{\text{h}}04^{\text{m}}36^{\text{s}}$  el movimiento aumenta de nuevo en amplitud con ondas de forma regular del período de  $3^{\text{s}}$ , las cuales alcanzan á las  $7^{\text{h}}10^{\text{m}}23^{\text{s}}$  casi 5mm, desde allí se reducen poco á poco y se pierden hacia las  $9^{\text{h}}00^{\text{m}}47^{\text{s}}$ .

En la comp. N.E.-S.W. donde la influencia perturbadora del viento y de mar es casi nula, las primeras indicaciones del movimiento se observan á las  $6^{\text{h}}22^{\text{m}}17^{\text{s}}$ , y hasta las  $6^{\text{h}}33^{\text{m}}08^{\text{s}}$  se mantienen pequeñísimas, en forma de ondulaciones del período de  $2^{\text{s}}$  á  $3^{\text{s}}$ , que no pasan en amplitud los 0.75 mm, á las  $6^{\text{h}}33^{\text{m}}08^{\text{s}}$  parece que al movimiento precedente se sobreponen ondas lentas de período variable de  $5^{\text{s}}$  á  $9^{\text{s}}$  que duran hasta cerca de las  $6^{\text{h}}54^{\text{m}}42^{\text{s}}$ ; desde este instante hasta las  $7^{\text{h}}00^{\text{m}}34^{\text{s}}$  se ven ondas, de las cuales algunas tienen el período de  $9^{\text{s}}$ , otras de  $12^{\text{s}}$  y todavía más; después de las  $7^{\text{h}}00^{\text{m}}34^{\text{s}}$  comienzan ondas, primero bastante bajas, que después crecen poco á poco en amplitud, del período de unos  $9^{\text{s}}$ , de forma regular, las que á las  $7^{\text{h}}05^{\text{m}}22^{\text{s}}$  alcanzan los 4 mm, desde entonces se hacen más y más pequeñas y se pier-

den cerca de las  $6^h36^m34^s$ , intercaladas entre otras del período de unos  $7^s.5$ .

*Microseismógrafo Vicentini.* (Kg. 100, P.  $1^s.4$ ; A 70; V 60 cm.)

En este instrumento la acción perturbatoria del viento y del mar se hace sentir más fuertemente, por lo que la determinación del principio y del fin del seismograma es difícil y no puede alcanzar una gran exactitud.

En la comp. N.—S. parece que el movimiento sísmico comienza á las  $6^h21^m55^s$ ; hasta las  $6^h34^m35^s$  se encuentran ondulaciones pequeñísimas, no más amplias que 0.5 mm del período oscilatorio de  $1^s.5$ ; después de las  $6^h34^m35^s$  parece que otro movimiento se sobrepone al primero, de período más lento, de modo que se observan hasta las  $6^h59^m58^s$  desviaciones vagamente señalando ondas lentas, arrugadas por las preexistentes; entre  $6^h59^m58^s$  y  $7^h06^m37^s$  las mencionadas ondas se hacen más visibles, aunque sean bastante aplanadas, y demuestran un período más corto de  $9^s$ , al principio tienen la amplitud de 1mm escaso, después disminuyen poco á poco, para desaparecer hacia las  $7^h24^m21^s$ .

En la comp. E.—W. las primeras indicaciones del movimiento telúrico parecen comenzar á las  $6^h21^m54^s$ , hasta las  $7^h04^m37^s$  hay grupos de ondulaciones de traza irregular, de período breve de unos  $1^s.5$ , intercaladas con desviaciones; entre las  $7^h04^m37^s$  y las  $7^h24^m21^s$  se ven ondulaciones del período  $9^s$ , que al principio tienen una amplitud de 1mm escaso y hacia el fin del intervalo de tiempo se pierden por completo.

En la componente vertical entre las  $6^h59^m32^s$  y las  $7^h03^m32^s$  se observan ondas lentas, apenas señaladas, de período interminable; entre las  $7^h03^m32^s$  y las

7<sup>h</sup>17<sup>m</sup>20<sup>s</sup> y entre las 7<sup>h</sup>22<sup>m</sup>32<sup>s</sup> y las 7<sup>h</sup>26<sup>m</sup>04<sup>s</sup> se puede determinar un período de 9<sup>s</sup>.

MIZUSAWA.

Péndulo horizontal.

I (V<sub>1</sub>). 6<sup>h</sup>22<sup>m</sup>38<sup>s</sup>; duración una hora y tres cuartos.

TOKYO.

Péndulo horizontal.

I (V <sub>1</sub> )	II (V <sub>2</sub> )	III (B)	fin
6 <sup>h</sup> 22 <sup>m</sup> 28 <sup>s</sup>	6 <sup>h</sup> 35 <sup>m</sup> 55 <sup>s</sup>	6 <sup>h</sup> 51 <sup>m</sup> 42 <sup>s</sup>	9 <sup>h</sup> 52 <sup>m</sup> 28 <sup>s</sup>

OSAKA.

Péndulo horizontal.

I (V <sub>1</sub> )	II (V <sub>2</sub> )	III (B)	fin
6 <sup>h</sup> 22 <sup>m</sup> 47 <sup>s</sup>	6 <sup>h</sup> 36 <sup>m</sup> 42 <sup>s</sup>	6 <sup>h</sup> 53 <sup>m</sup> 02 <sup>s</sup>	8 <sup>h</sup> 47 <sup>m</sup> 59 <sup>s</sup>







---

## SUPLEMENTO

---

Fuimos comisionados por la Secretaría de Fomento para que al estudiar los efectos del temblor del 14 de Abril de 1907, para lo que tendríamos que recorrer las poblaciones más destruídas, practicáramos una valuación de los destrozos y averías causados: esto está, hasta cierto punto, ligado con la parte científica, porque mientras más destrozos encontrábamos, más nos acercábamos al epicentro, cuya determinación es uno de los principales elementos en esta clase de fenómenos. Así es que el presente apéndice, que es un breve resumen de los efectos del temblor, manifestará los valores que hemos encontrado para las pérdidas, sacados de nuestra observación directa y con datos verificados debidamente.

Los efectos producidos por el temblor del 14 de Abril del año pasado, en el Estado de Guerrero, deben atribuirse en gran parte al poco cuidado que se tiene para la construcción de casas y edificios de todos géneros, y la mala calidad y preparación de los materiales empleados. Es defectuosa la argamasa empleada en todas las poblaciones del Sur; como principal elemento en las construcciones entra el adobe; el ladrillo es muy poco usado, y el empleo de la cantera es poco menos que desconocido. El error más grande en algunas de

las construcciones, es el empleo del lodo para construir cimientos.

En los templos católicos de todas las poblaciones de la región, exceptuando la iglesia de Zumpango del Río, fué muy marcada la destrucción como se verá por las láminas adjuntas; debiendo indicarse también como motivo principal y en algunos casos único, su mala construcción.

Encontramos 21 iglesias caídas ó averiadas en gran parte y 9 ligeramente cuarteadas.

Las poblaciones pueden agruparse por su destrucción en orden descendente, como sigue:

1. Ayutla.
2. San Marcos.
3. Chilapa.
4. Chilpancingo.
5. Tecuanapa.
6. San Luis de Allende.
7. Azoyú.
8. Ometepepec.
9. Tlapa.
10. Tixtla.

y poblaciones en que sólo se efectuaron ligeras cuarteaduras.

El valor de las pérdidas es:

En Chilapa.....	\$ 130,000.00
„ Chilpancingo.....	70,000.00
„ Ayutla.....	50,000.00
„ Acapulco.....	30,000.00
„ San Marcos.....	15,000.00
Al frente.....	<u>\$ 295,000.00</u>

	Del frente.....\$	295,000.00
En	Ometepec.....,	10,000.00
,,	San Luis de Allende.....,	8,500.00
,,	Tlapa.....,	3,100.00
,,	Miahuichán.....,	2,500.00
,,	Tecuanapa.....,	2,500.00
,,	Azoyú.....,	2,000.00
,,	Providencia.....,	900.00
,,	San Cristóbal.....,	700.00
,,	Xalpatlahuac.....,	600.00
,,	Atlixta.....,	600.00
,,	Zumpango.....,	500.00
,,	Tixtla.....,	500.00
,,	varios pueblos pequeños del Este.,,	2,020.00
,,	„ „ del Sur.....,	1,000.00
	Suma.....\$	330,420.00

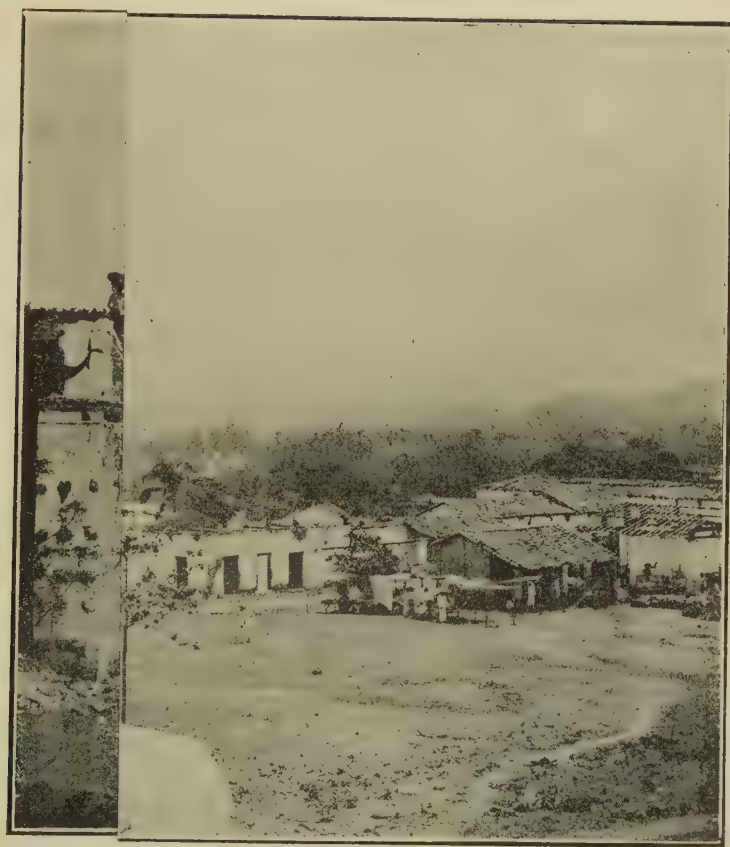
Al hacer esta valuación de pérdidas hemos tomado en cuenta algunos datos oficiales y principalmente la observación directa de los destrozos ocasionados por el temblor. Hemos querido comparar esta apreciación con un resumen de datos suministrados por los Prefectos Políticos del Estado, pero no nos ha sido posible adquirir este resumen; creemos que nuestra valuación parecerá quizá baja, porque en la mayoría de los casos los propietarios de fincas urbanas hacían sus apreciaciones teniendo en cuenta el valor total de las casas averiadas, cualquiera que fuera el género de destrucción sufrida; y así, una casa fuertemente cuarteada era valuada como para hacerse nueva en todos y cada uno de sus detalles y partes. Por lo tanto, y con equidad, podemos decir que la suma de \$330,420.00 será suficiente

para recompensar el total de las destrucciones sufridas.

Es de llamar la atención que afortunadamente ha sido corto el número de personas muertas por los derrumbes; habiéndose encontrado un total de 28 muertos, 120 heridos y muy corto número de contusos.

Los efectos sobre el terreno son indicados por el aumento temporal de caudal en los ríos de Costa Chica, desaparición de 2 ó 3 ojos de agua y aparición de 4 ó 5; algunas grietas en terreno suelto y pocos derrumbes en la zona próxima al epicentro.

---







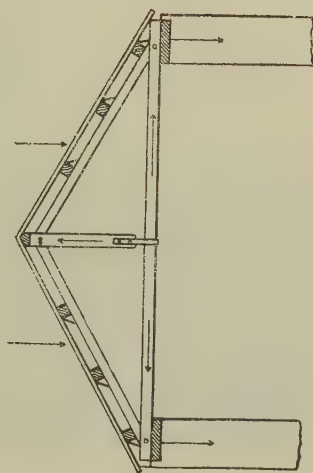


Fig. 1

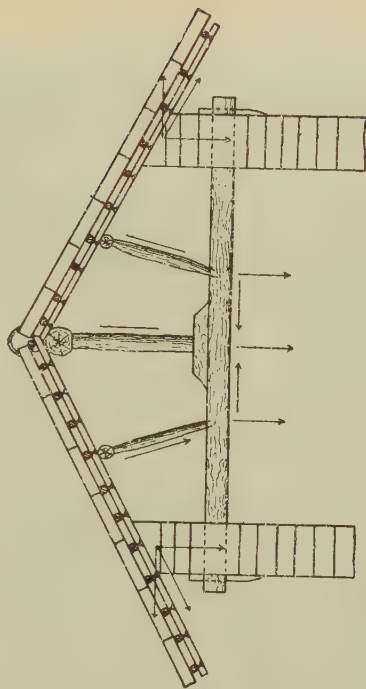


Fig. 2

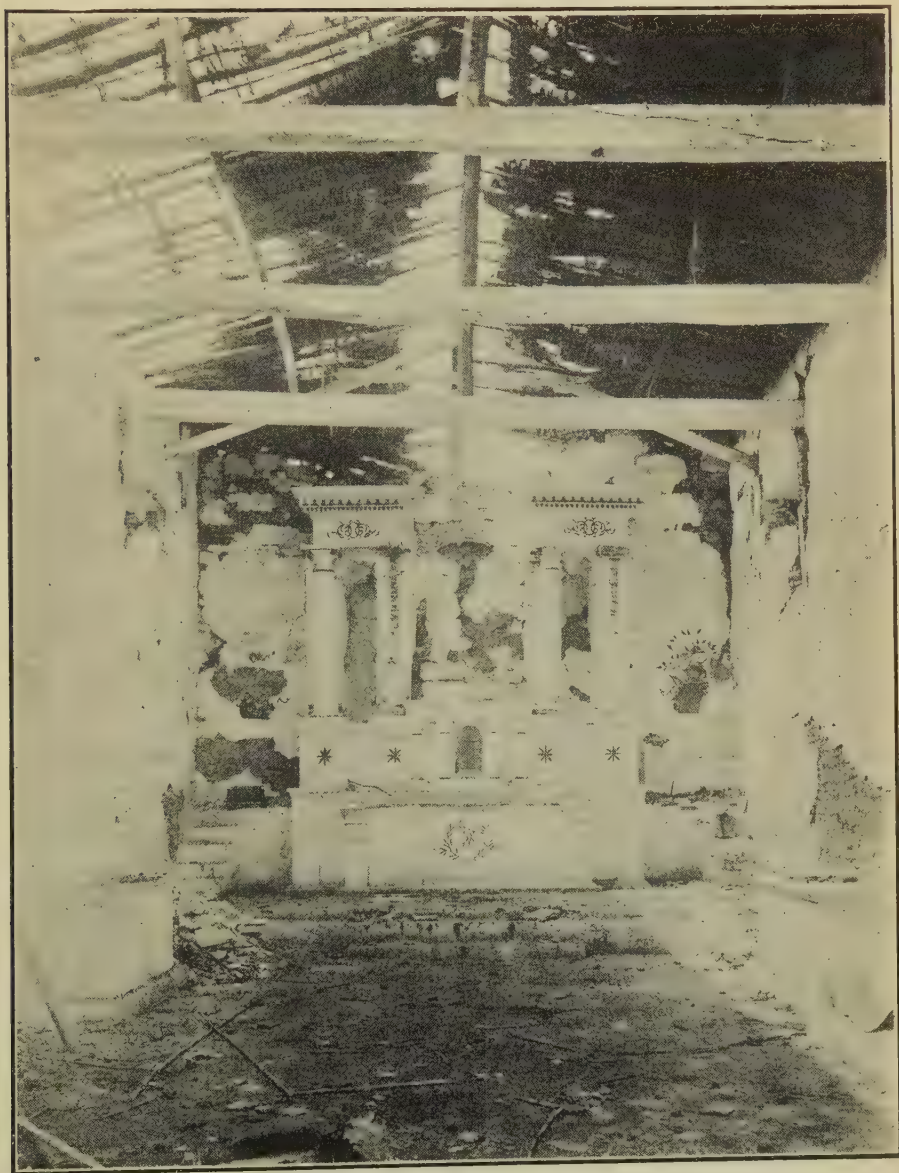
### EXPLICACION

Fig. 1.—Construcción normal de techo.

Fig. 2.—Construcción defectuosa usada en Guerrero.

(Las flechas indican la dirección de los esfuerzos).

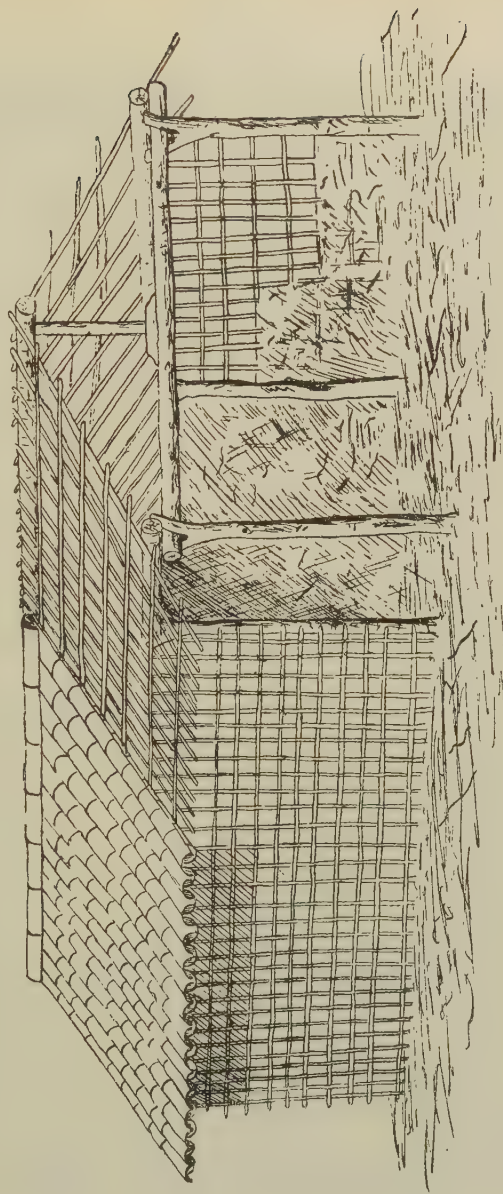




Capilla de la Parroquia de Ayutla



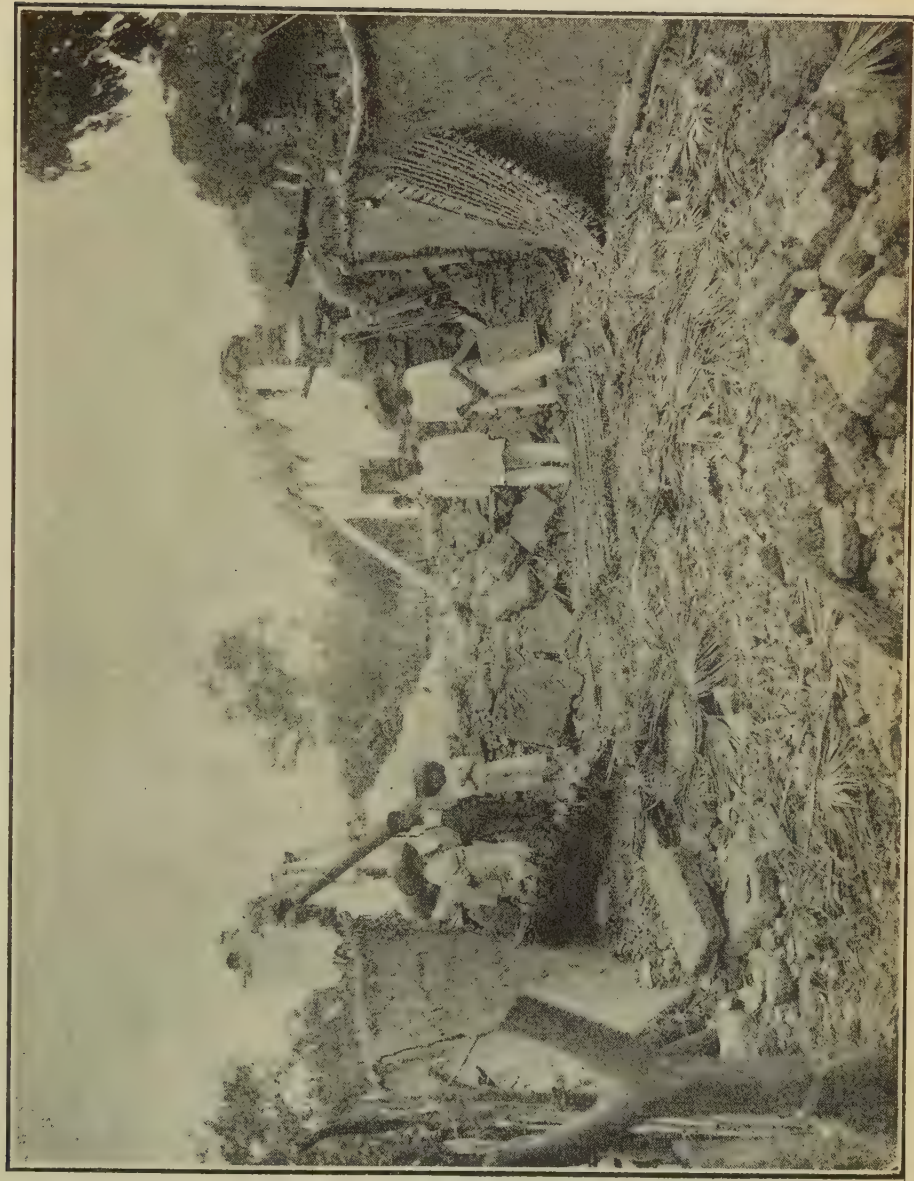
Parergones, t. II, núms. 4, 5 y 6.—Instituto Geológico de México.—Lám. XVI.



Construcción de bajareque







Casa destruida en Tixtla





Casa del Presidente Municipal de Iguualapa



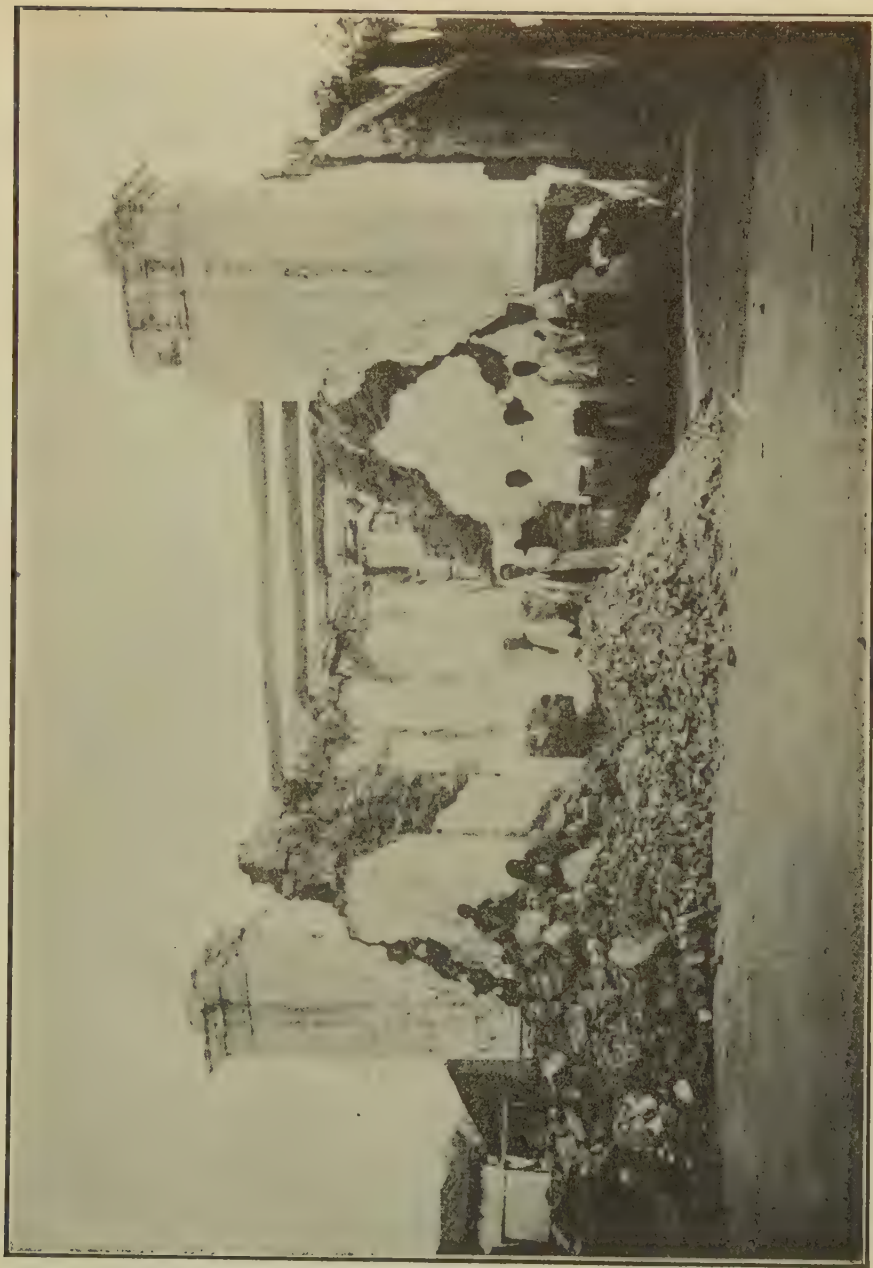




Iglesia de Miahuichan

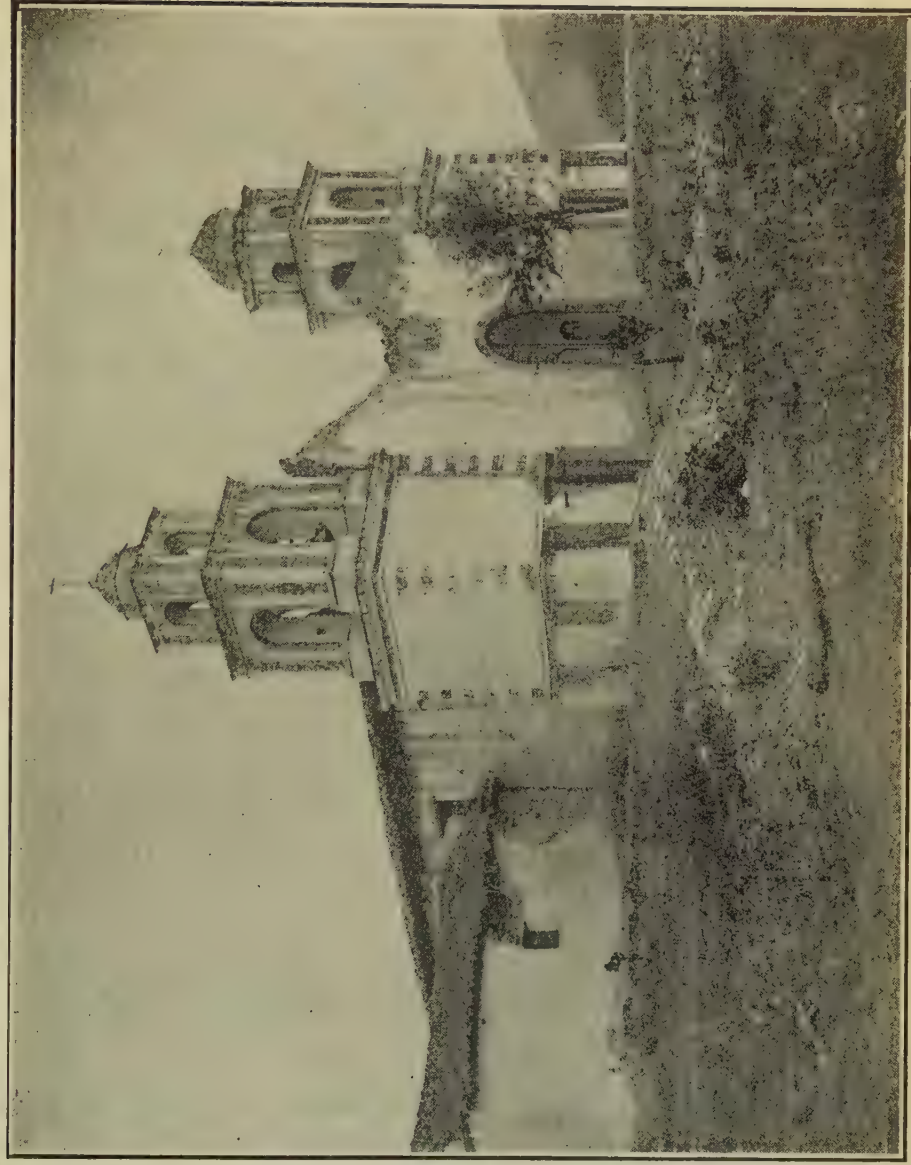






Iglesia de San Marcos





Iglesia de Atlixnac

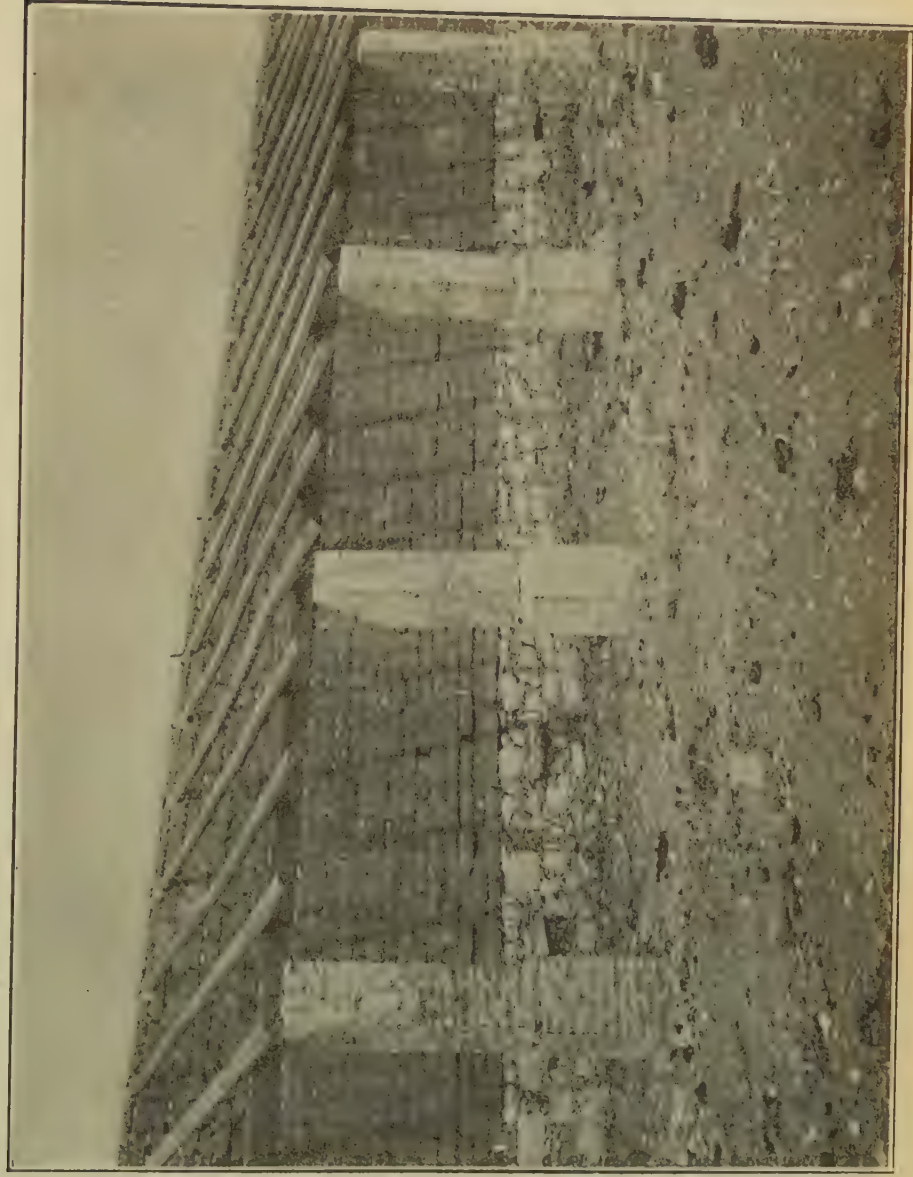




Casa en donde fué promulgado el plan de Ayutla







Caballeriza del Hotel Americano en Chilpancingo





Calle de Victoria en Chilpancingo

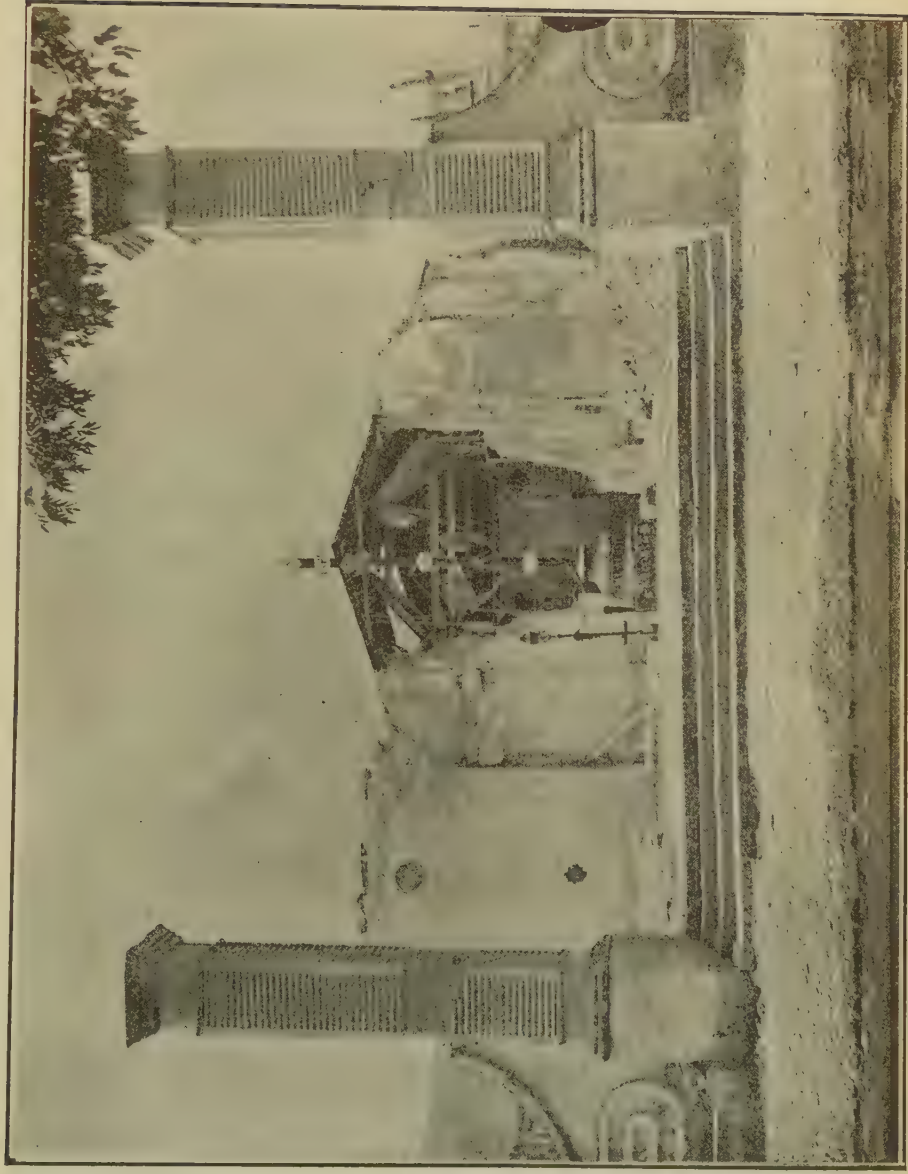




Iglesia de Sabana grande







Catedral de Chilapa





Iglesia de San Francisco en Chilapa





Iglesia del Dulce Nombre en Chilpancingo







Iglesia de Aquilpa vista de frente





Torre de la Iglesia de Aquilpa vista por detras

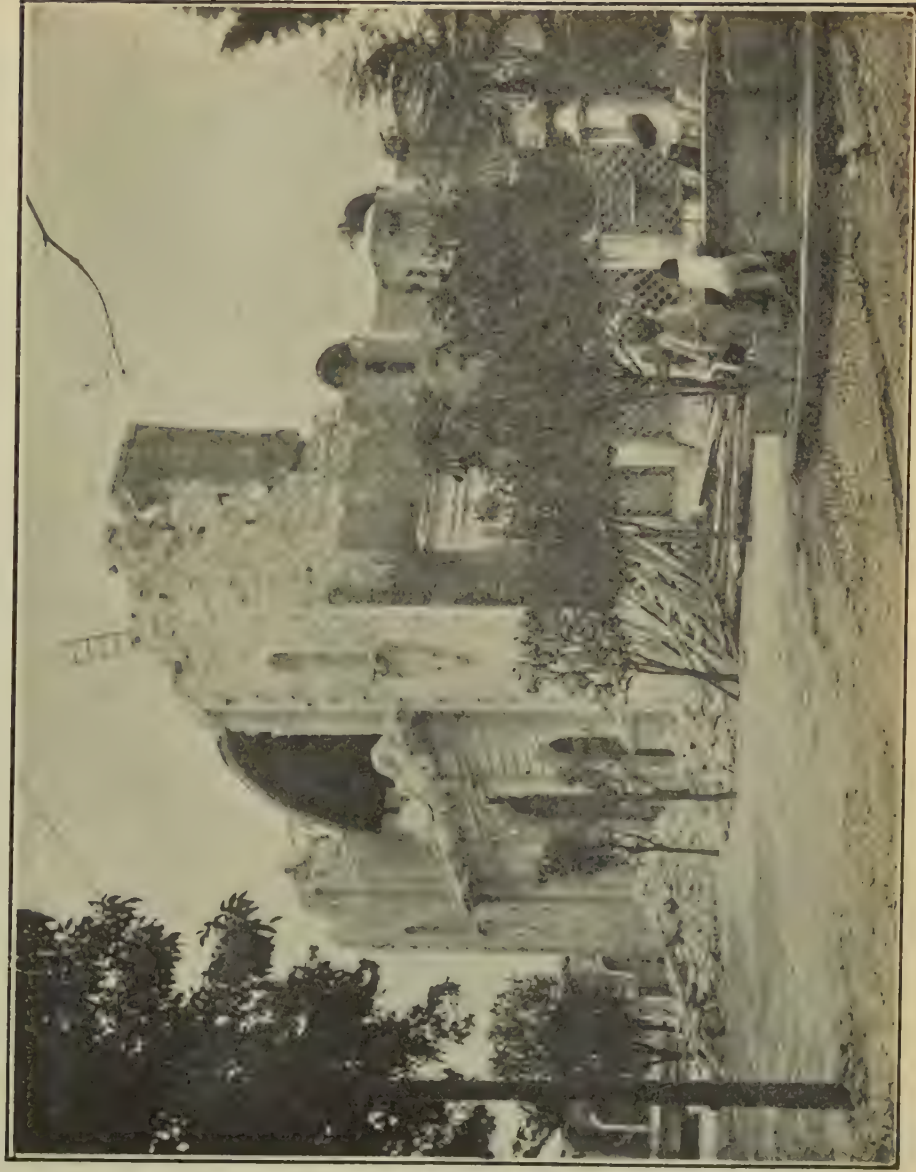




Interior de la Iglesia de Aquilpa

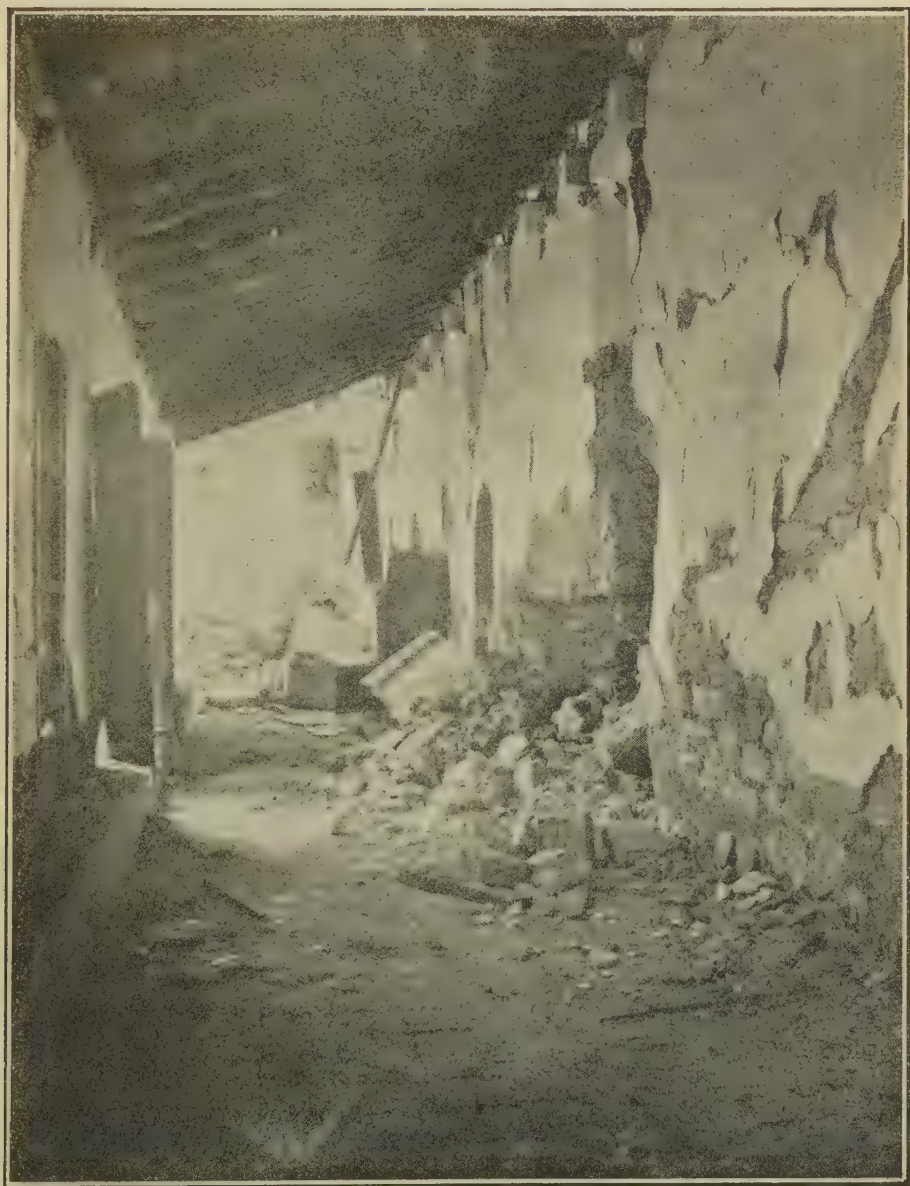






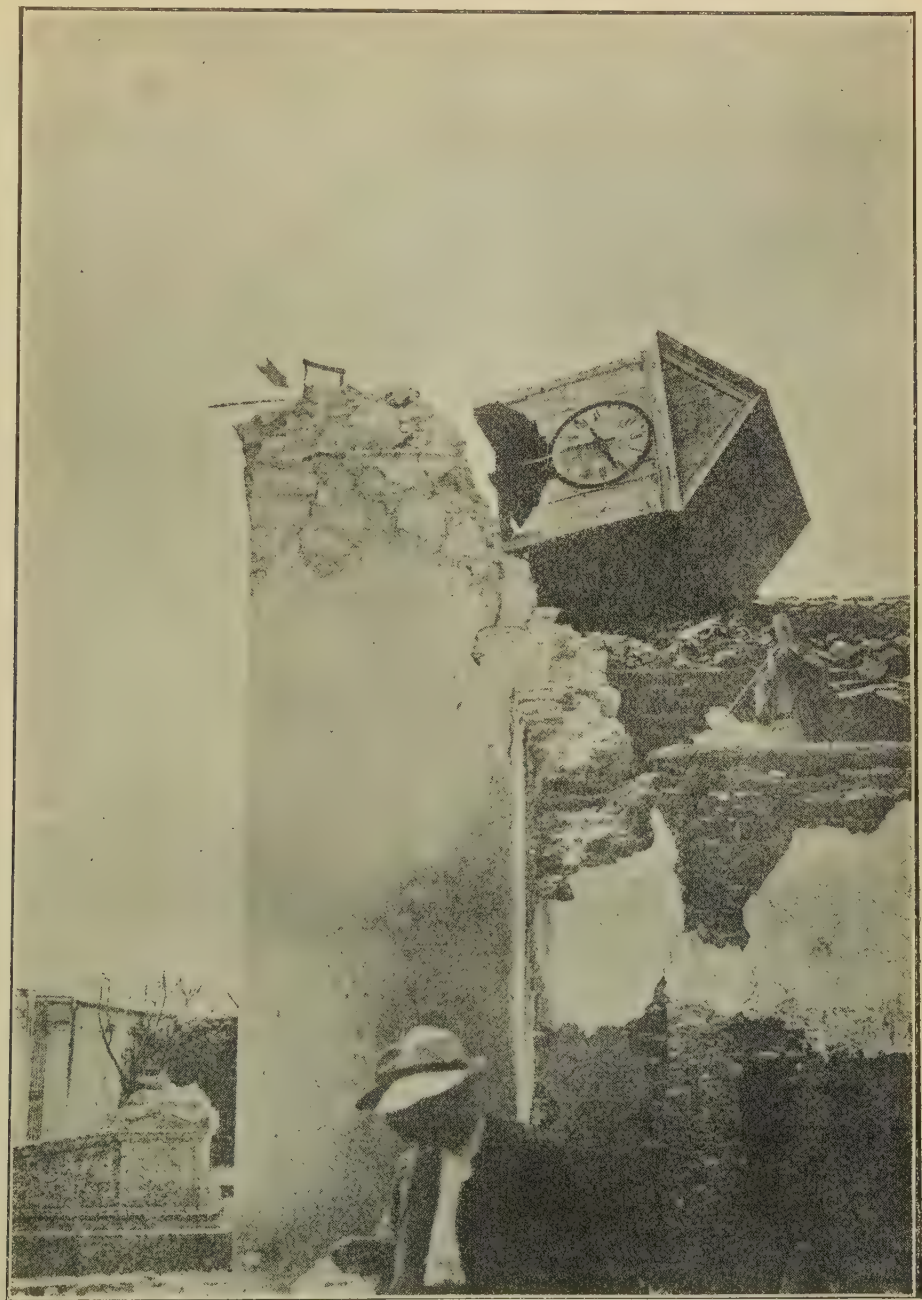
Parroquia de Chilpancingo





Iglesia de San Francisco en Chilpancingo

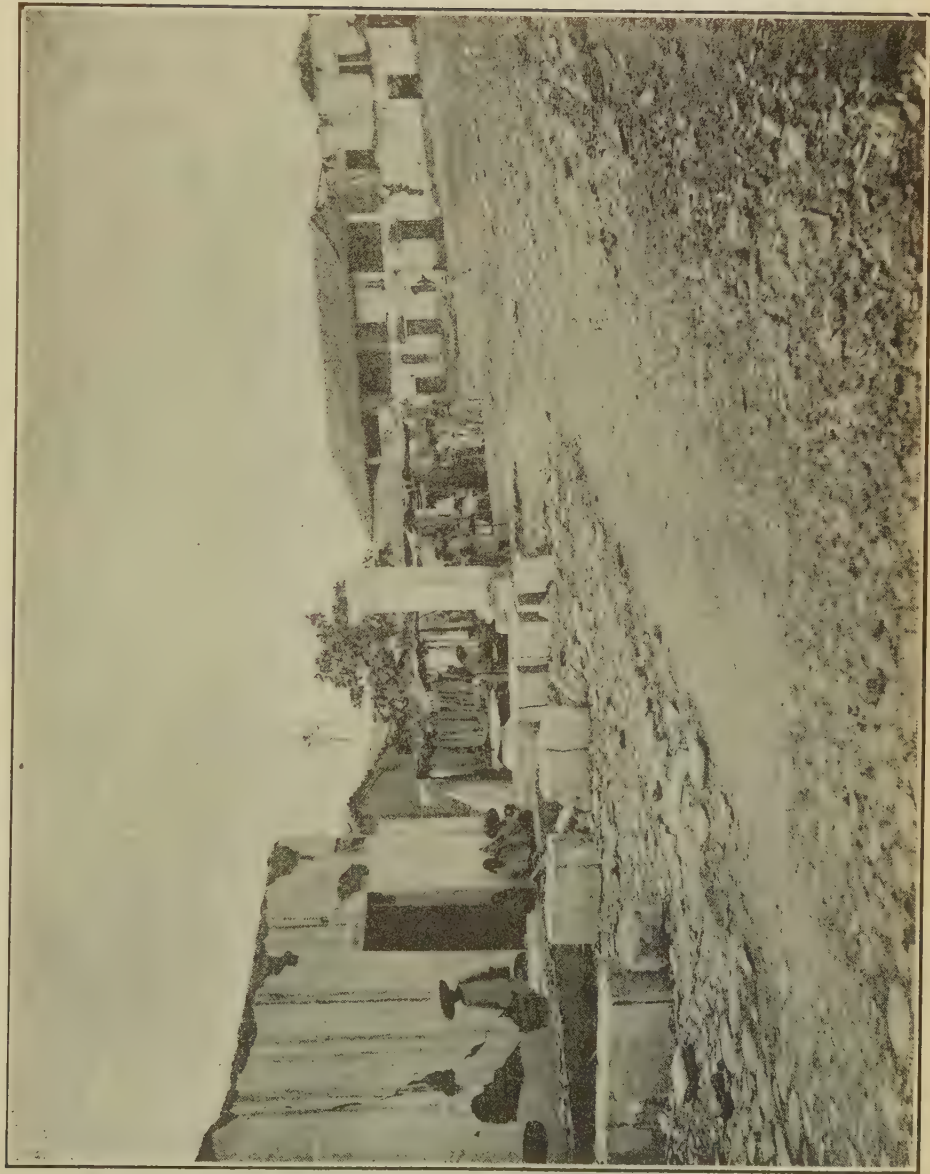




Iglesia de San Francisco en Chilpancingo

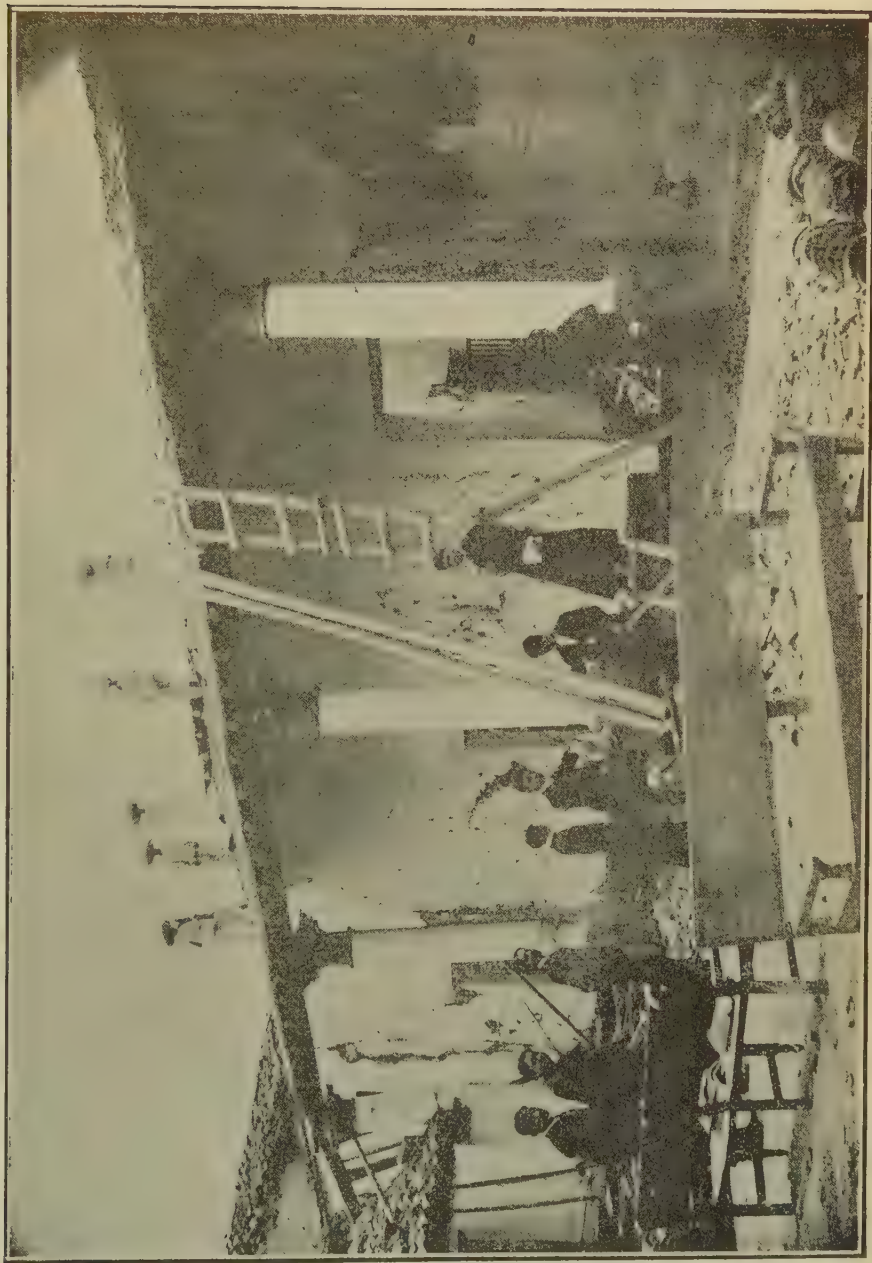






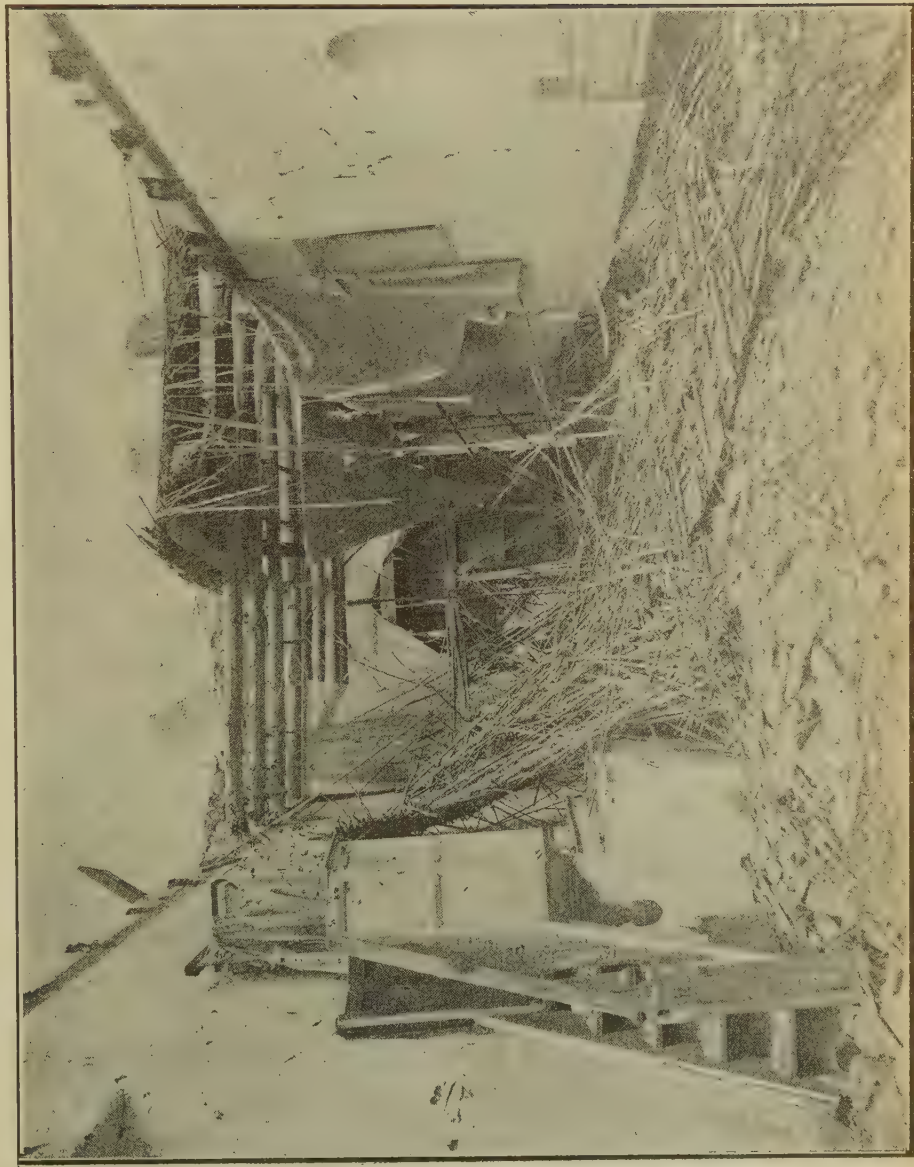
Un lado de la Plaza principal de Ayutla





Seminario de Chilapa





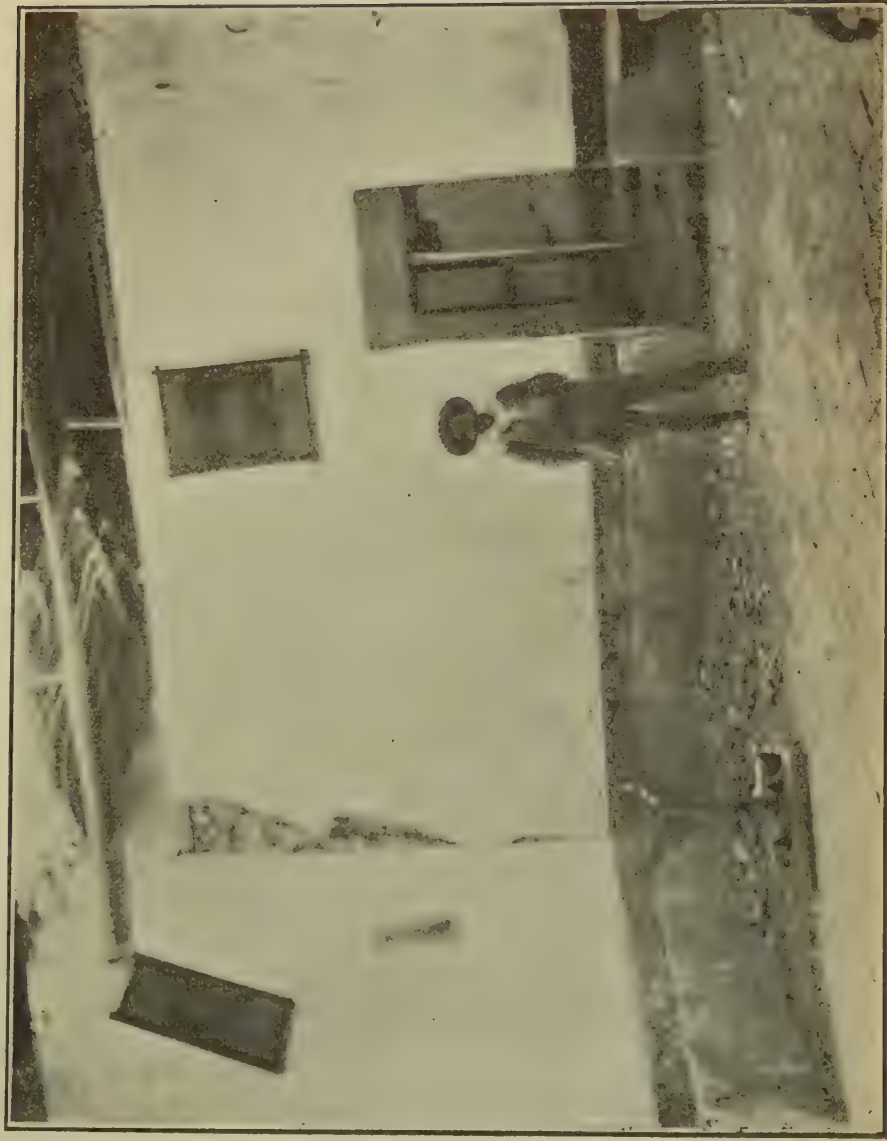






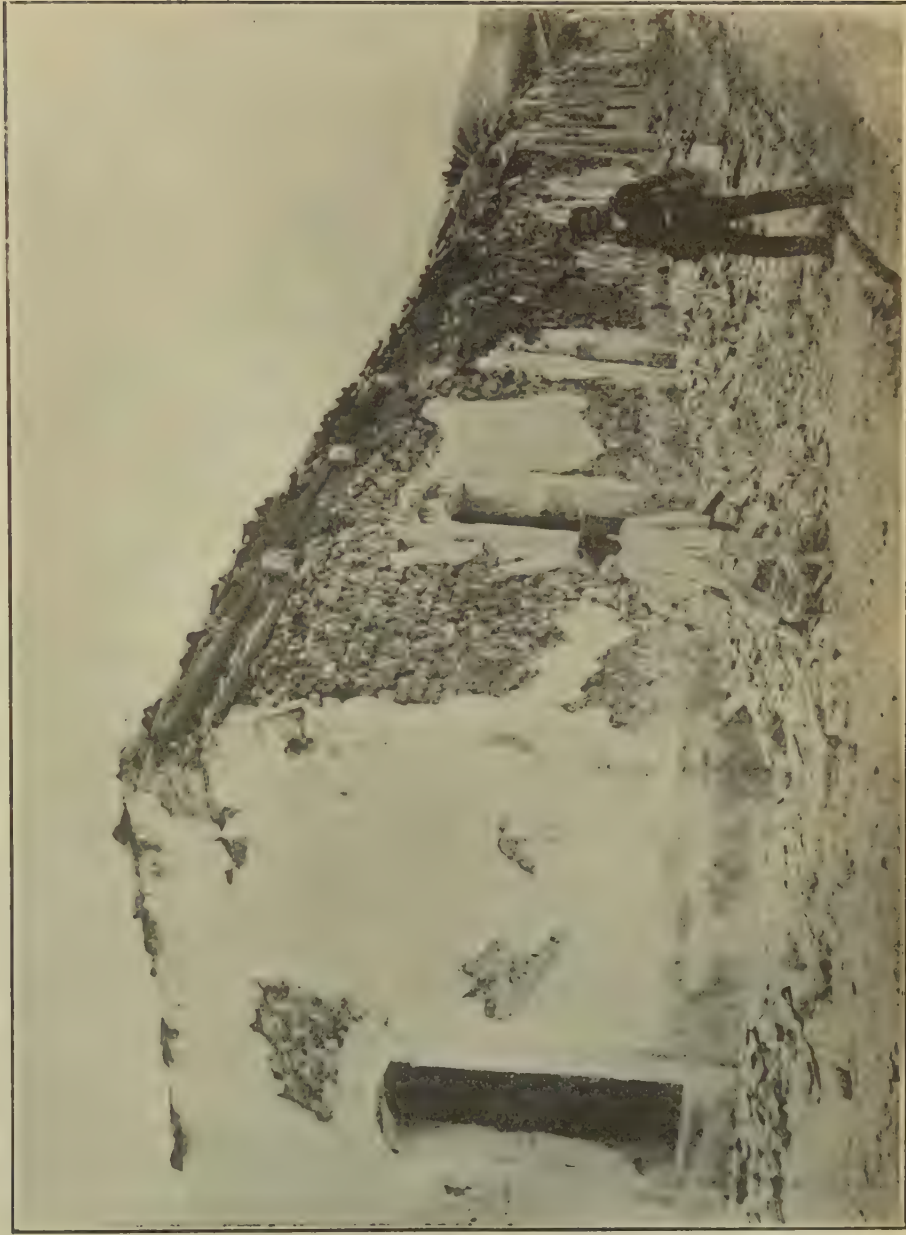
Iglesia de San José en Chilapa inmediatamente después del temblor





Interior de la casa del Sr. Mauro Bernal en Zumpango del Río

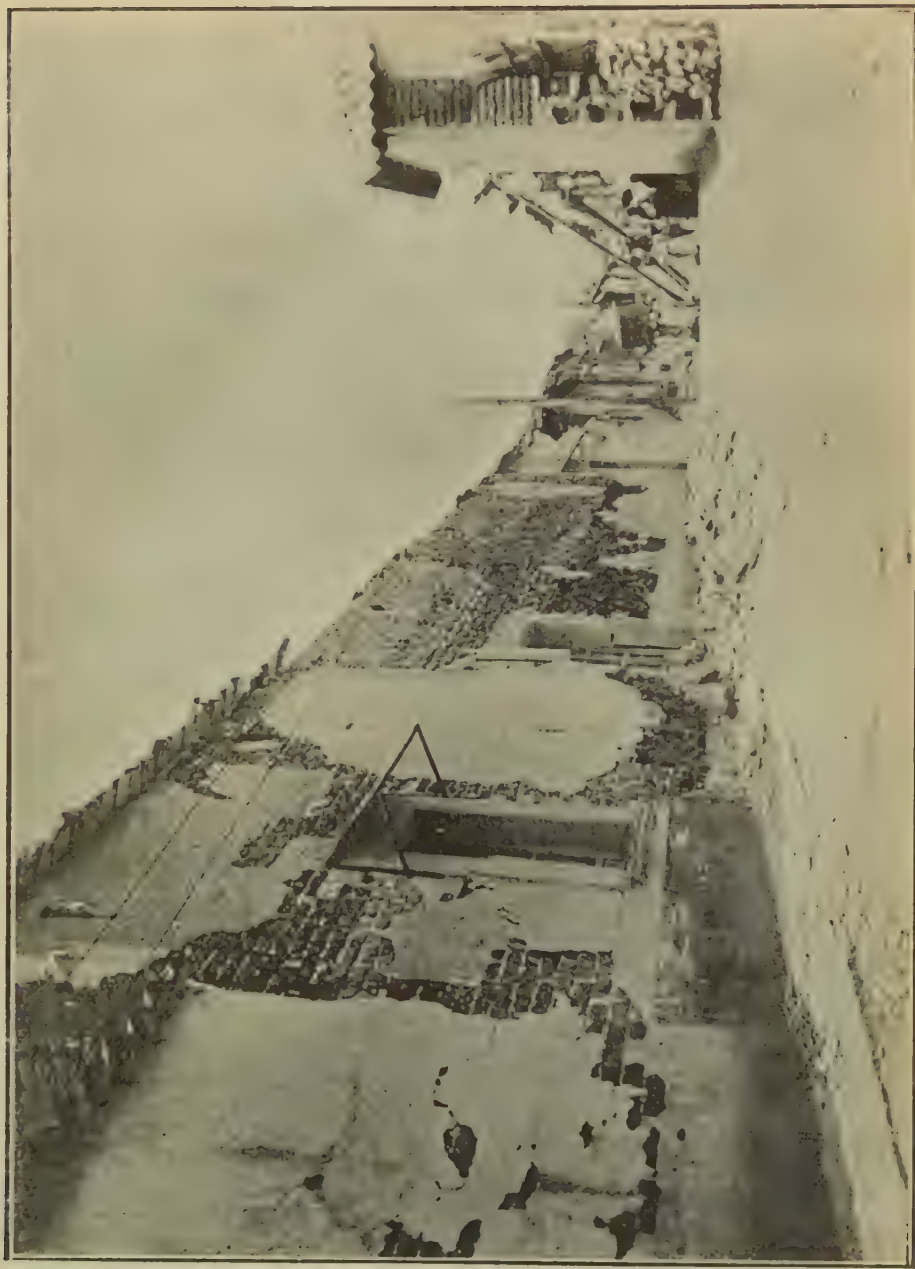




Esquina de la 4ª calle de Abasolo y calle de Arce en Chilpancingo

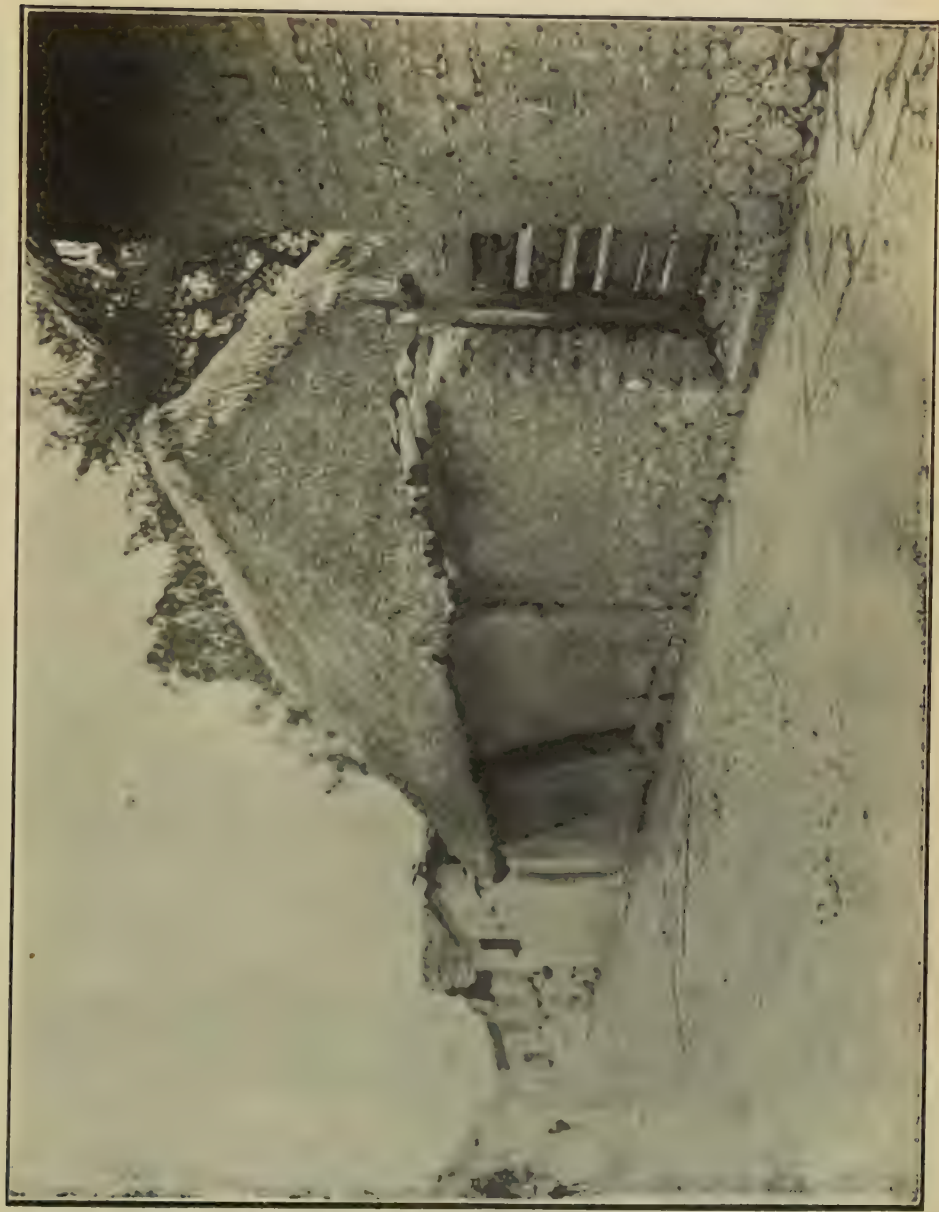






Cabe en Chalpancingo





Casa de bajareque inclinada. Zumpango del Río





Casa de Bajarque inclinada. Zumpango del Río







Casa de bajareque inclinada. San Marcos





Estatua del Gral. Bravo en Chilpancingo





Arco en la casa de la Sra. Rosa Andraca, Chilapa



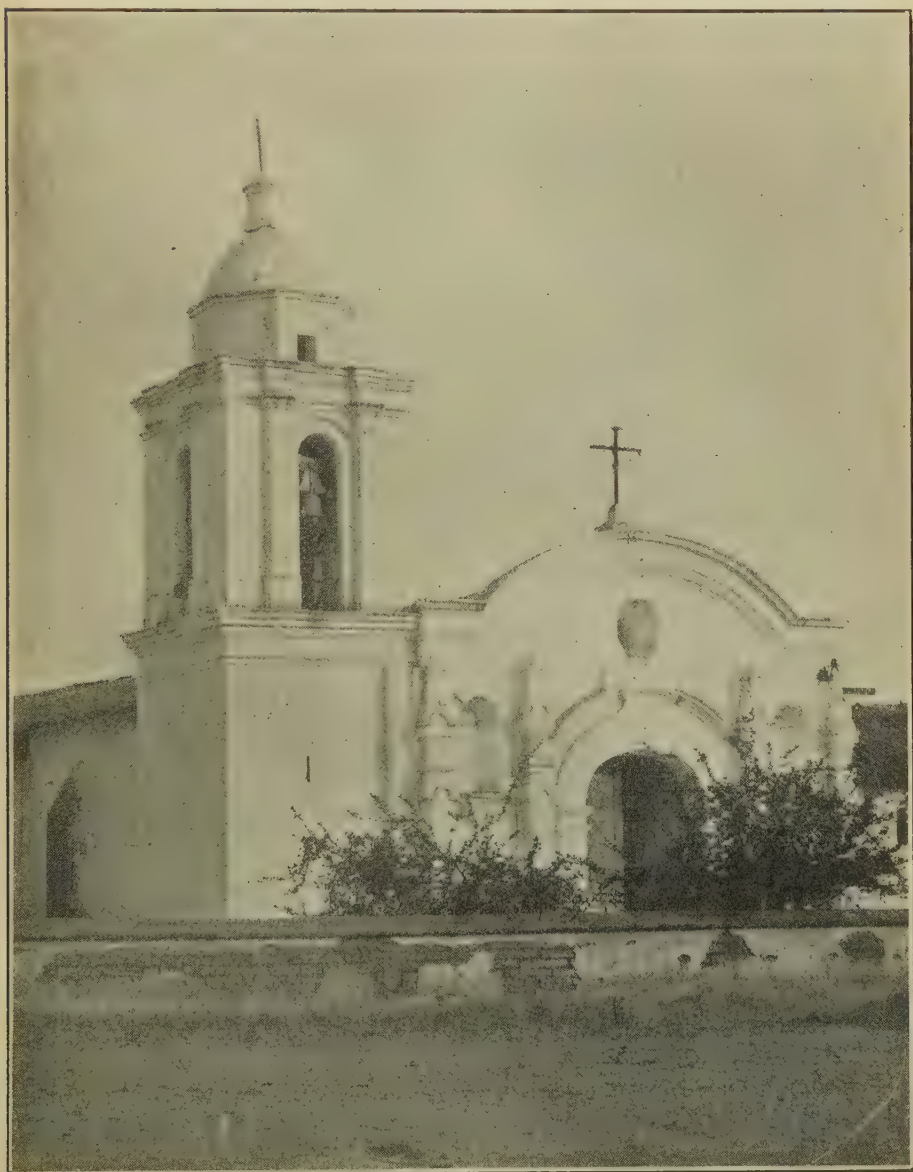




Movimiento rotatorio aparente en una mojonera de Ayutla



regones, t. II, núms. 4, 5 y 6. — Instituto Geológico de México.— Lám. XLVIII.



Iglesia de Azoyú





De crumpos causados por el temblor en la Cañada de Cuapitula







Grietas en el borde de Rio de Sta. Catalina, después de bombardeo realizado por el ejército.





Grieta en el borde del Río de Sta. Catarina



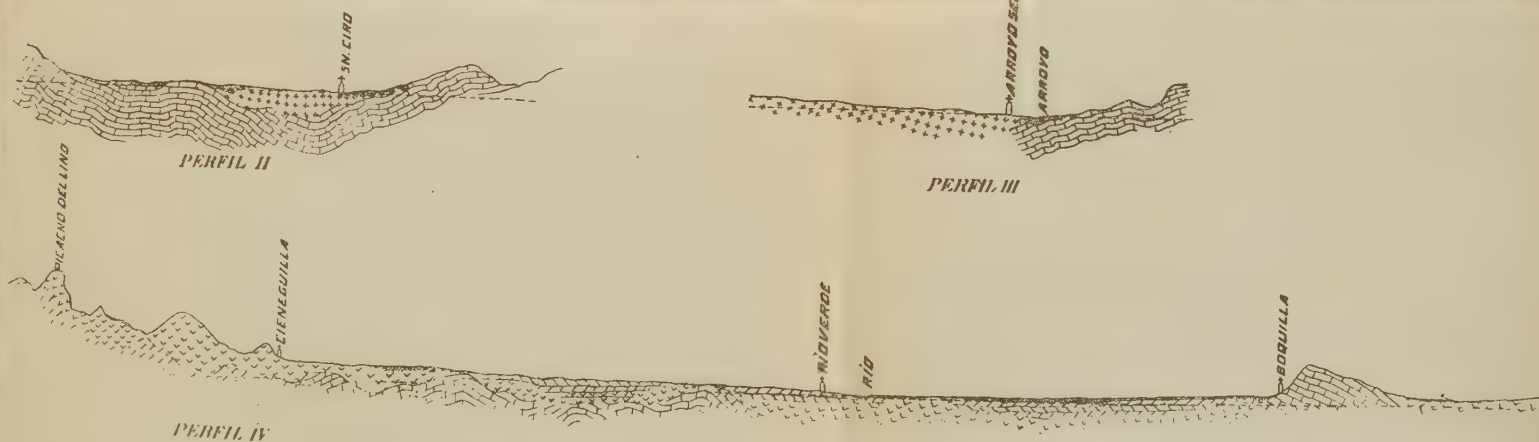




Detalle de la grieta figurada en la lámina LI







ESCALAS: HOR-1:200,000. VER-1:50,000



---

HIDROLOGIA SUBTERRANEA  
DE LOS  
ALREDEDORES DE PATZCUARO  
ESTADO DE MICHOACAN

POR EL INGENIERO DE MINAS JUAN D. VILLARELLO

---

A 25 kilómetros al Norte-Poniente de Pátzcuaro, en el Estado de Michoacán, se encuentra Zacapú; y á 20 kilómetros al Poniente de este pueblo se halla el llamado Carapan. En las cercanías de Zacapú, y hacia la hacienda de Buenavista y pueblos llamados Naranja y Tiríndaro, existen varios manantiales cuyas aguas descienden por lo que antes fué ciénega de Zacapú, terreno ahora completamente desecado por obras de canalización. Muy cerca del pueblo de Carapan, abajo del lugar conocido con el nombre de Cruz Gorda, se encuentran también varios manantiales cuyas aguas bajan por el río Duero para la ciudad de Zamora, y después para el lago de Chapala, en el Estado de Jalisco. Las aguas de los manantiales de Zacapú son utilizadas para usos domésticos y para el riego de terrenos; y las aguas de los manantiales de Carapan se emplean para el regadío, y también como fuerza motriz, aprovechando una caída en el río Duero, cerca de Zamora.



PARERGONES

DEL

INSTITUTO GEOLOGICO DE MEXICO

---

**TOMO II.—NUMERO 7**





INSTITUTO GEOLOGICO DE MEXICO

---

DIRECTOR: JOSÉ G. AGUILERA

---

EL VALLE  
DE  
CERRITOS, S. L. P.

POR EL ING.

EZEQUIEL ORDONEZ



MEXICO

IMPRESA Y FOTOTIPIA DE LA SECRETARIA DE FOMENTO  
Callejón de Betlemitas número 8

1908



---

# EL VALLE DE CERRITOS

SAN LUIS POTOSÍ

POR EL INGENIERO EZEQUIEL ORDÓÑEZ

---

En la región oriental de una gran parte del Estado de San Luis Potosí, no se define de una manera clara y precisa el límite de la Mesa Central, porque de los 1,800 metros sobre el nivel del mar, en que se puede estimar, por término medio, la altura de la vasta planicie en que se asienta la capital del Estado, se desciende por los bajos portezuelos é interrupciones de las serranías que lo limitan á nuevos valles, que muy angostos primero, casi verdaderos y simples thalwegs, se ensanchan extraordinariamente á un nivel más bajo definiendo claramente las vertientes del Golfo de México. Cerritos, si este nombre damos á una ancha y alargada llanura á 1,150 metros de altura sobre el nivel del mar, se cuenta entre uno de esos valles que forman un primer escalón de descenso de la Mesa Central y que está separado de los llanos de Peotillos por elevaciones no muy considerables, estribaciones de la Sierra de Guadalcázar, que el Ferrocarril cruza sin gran dificultad para entrar por una cañada angosta que ocupan los pueblos ó rancherías de Arrastradero, Villar, en la Joya, San Lázaro, etc., donde

puede decirse que se anuncia el inmenso Valle de Cerritos, limitado por las grandes serranías á las que sirven de nudo las altas montañas del Mineral de Guadalcázar. Diversos elementos componen estas sierras, que unidas entre sí, marchan en dirección general del N.W. al S.E., abriéndose primero las dos ramas para tender á juntarse después, la rama oriental, perdiendo en altura é importancia desde un espolón rocalloso que se llama el cerro de San Pedro. La otra continuada, alta y algo desmembrada, se prolonga hasta bifurcar las corrientes de agua que reúnen los pueblos del Distrito de Río Verde. De esta manera el gran Valle de Cerritos desde el pie de las montañas de Guadalcázar hasta perder su individualidad en Río Verde, abarca una extensión de 100 kilómetros, más ó menos, y una anchura máxima de 25 kilómetros, formando un dilatado plano débilmente inclinado, notable por su fertilidad y reconocido desde hace mucho tiempo como el productor de maíz más importante del Estado de San Luis Potosí.

No se crea, sin embargo, que un plan tan regularmente inclinado deja de tener algunos accidentes que dan cierta sinuosidad á su contorno. Una serie de bajos cerros encadenados de la sierra principal, dividen en dos el valle casi en su medio ó en su mayor anchura. La población de Cerritos no asienta en el portezuelo que separa á las dos eminencias más avanzadas y de las que recibe su nombre.

A la mitad de la longitud, próximamente, el valle se estrangula un poco por la proximidad de los estribos montañosos, lugar que ha recibido el nombre de la Angostura.

Las dos sierras que limitan el gran Valle de Cerritos,

están constituidas, casi en su totalidad, de calizas compactas en gruesos bancos, desprovistas de fósiles, montañas que no presentan en su forma particularidad digna de mención, cuando fuera de accidentes tectónicos mal definidos, no queda en su forma más que las huellas de una erosión largo tiempo ejercida, cimas redondas, pendientes regulares, y thalwegs poco acentuados. Una superficie del terreno áspera, desigual, que no deja ver claramente ni la magnitud de la dirección de los bancos de calizas grises, duras, en las que apenas crece raquí-tica vegetación. En fin, el tipo de serranías del Norte de la Mesa Central, levantadas bruscamente de los valles. En el límite N.E. del Valle de Cerritos, suelen hallarse, además de las calizas, cimas muy desnudadas de rocas eruptivas, cuya intervención en el material, que constituye el relleno del valle, es de una importancia considerable como vamos á ver.

No tenemos interés, desde luego, en el estudio de las montañas limítrofes del Valle de Cerritos, cuya morfología hemos dado en dos palabras; nuestro ánimo simplemente se reduce á bosquejar la historia geológica del valle, propiamente dicho, de la planicie regular y débilmente inclinada que, alegrada por grupos numerosos de arboleda, deja ver, sin embargo, de un cabo al otro una sola sementera, sin ranchos ni casas en su medio, sin ganado y sin otro cultivo que maíz. Cubre la llanura una gruesa capa negra de tierra vegetal, seca y en terrones en verano, pesada y hecha lodo en la estación de las lluvias, en cuya época grandes extensiones se ven convertidas en lagunas. A despecho del inmenso campo que abarcaron las vertientes de este valle, de inmensas y largas cañadas de barrancas y de thalwegs, no existe



en el plan un arroyo, ni grande ni pequeño, las aguas se precipitan á él sin cauce, como aguas solas que inundan las praderas, y que después de yacer por varios días y de que una parte se ha infiltrado lentamente, el resto va á formar más allá de la Angostura, ciénegas y lagunas permanentes, además de que se pierden en el fondo de los valles. Partes de tierras cenagosas y mal cultivadas, campos de maíz, cubren esta fracción del valle entre la laguna de Mojarras al rancho de San Marcos y el pueblo de Pastora, al Sur de cuyo punto, prolongada la llanura y una elevación considerable, acaba por definirse independiente la vertiente del río Verde que nace y es alimentado por multitud de arroyos en la gran sierra que separa á los valles de San Luis Potosí y de Cerritos.

La zona de alimentación, es decir, la cuenca hidrográfica de Cerritos, abarca una extensión muy considerable, desde las elevadas cimas de las sierras que separan á este valle de los llanos de Peotillos hacia el Oeste, ó bien las altas barrancas abiertas desde cerca del Mineral de Guadalcázar hacia el Norte. Durante la estación de las aguas, iniciada generalmente en el mes de Junio y terminada en Septiembre, grandes caudales torrenciales descendieron por los valles angostos y barrancas, que al desembocar á las planicies de Cerritos, se extienden en una gran superficie y abandonan gran parte de grueso material transportado en la avenida y sólo retienen el material fino, arcilloso, que cubre en delgadas capas la región de la planicie inundada. De esta manera las tierras se abonan, año por año, y pueden ser cultivadas sin interrupción todos los años, dando así un gran beneficio á los agricultores.

Como no hay corriente definida que reuniese las aguas

que descienden por las cañadas, se comprende fácilmente que el material de transporte de las aguas tiende constante y lentamente á elevar el nivel de la planicie, de tal modo, que la erosión de las montañas determina el llenamiento del valle. Las aguas extendidas, en gran superficie, en el fondo del valle, marchan lentamente en el sentido del Sureste, hacia el cual se inclina la planicie, forman en la llanura de San Lorenzo y de Mojarras, las ciénegas y lagunas permanentes, mientras que una gran parte de estas mismas aguas se infiltran en el suelo y el resto se evapora. Para poder apreciar el monto de agua que puede infiltrarse al través de las capas del suelo, veamos cuál es la naturaleza de estas capas.

Abajo de la capa de tierra negra vegetal, muy arcillosa, barro (adobe), se encuentra con bastante uniformidad, al pie de las montañas, una costra dura de 1 á 2 metros de espesor, de caliche, es decir, una toba caliza muy arcillosa que se ha formado á expensas del carbonato de cal disuelto en las aguas salvajes que escurrían con cierta uniformidad las laderas de los lomeríos de calizas al pie de las altas montañas. Esta costra de caliza se adelgaza poco á poco hasta desaparecer en el fondo ó medio del Valle de Cerritos.

En los numerosos pozos profundos que han abierto los habitantes del valle mencionado para sus necesidades, hemos podido observar que, debajo de la costra de caliche, se encuentra constantemente un grueso manto de aluvión, formado de cantos rodados de caliza cimentados por una tierra blanca, amarilla ó rojiza, arcillosa y fuertemente comprimida. Los cantos son gruesos, cerca de los senos, y finos ó pequeños hacia el medio del valle, demostrando que al ser acarreados por las aguas, só-

lo caminaban hacia el medio del valle; son más ligeros formando los grandes cantos inmensos conos de deyección en la boca de los thalwegs, conos repetidos y muy próximos que fueron poco á poco removidos por nuevas corrientes y extendidos en la forma de un manto uniforme, aunque de variable espesor, y en toda la superficie del valle.

Algunas modificaciones á esta estructura del subsuelo se observan en la fracción del Valle de Cerritos, comprendida entre el pueblo de ese nombre, el pie de las montañas de Guadalcázar y el cerro de San Pedro, es decir, la porción septentrional del valle.

En efecto, debajo de la costra de caliche, se interpone entre ésta y el manto de aluvi3n, una capa de espesor variable de una toba volcánica amarillenta, que ha provenido de los deslaves de acumulaciones de detritus volcánicos que cubrían á las tobas andesíticas que hoy se encuentran cerca de las ranherías de San Diego y de San Pedro.

El cemento del aluvi3n en lugar de ser muy arcilloso, como hemos dicho, es aquí en gran parte del dicho material volcánico. Hacia el centro del valle, el aluvi3n con arena se transforma en un conglomerado compacto y fino, el que hace una capa impermeable que retiene las aguas y á la que llegan los pozos comunes que tienen una profundidad variable entre 6 y 45 metros, respectivamente, hacia el medio y en las orillas de la planicie. Por último, debajo de los aluviones calizos y conglomerado, se encuentra una gruesa capa de arcilla blanca muy fina, verdadero kaolín, última capa que hemos podido observar en el fondo del Valle de Cerritos.

Estas distintas capas de sedimentos, uniformemente

extendidas, en un espesor de 50 metros, por término medio, nos dan á conocer, en cierto modo, el distinto régimen hidrográfico de la región, quizá desde fines del plioceno. Un régimen de aguas circulando débilmente y en atmósfera saturada de humedad, después un período de aguas torrenciales que engendró activa erosión en las montañas vecinas, período que termina con un régimen menos y menos torrencial y periódico que engendra la formación del caliche, y por último, el actual ciclo de aguas anuales con transporte de material fino de regiones ya invadidas por vegetación y cuya acumulación constituye, actualmente, la gruesa capa de tierra vegetal.

Ya hemos dicho que una parte de las actuales aguas retenidas en el valle, se infiltra al través del caliche, que tiene bastantes cavidades, para permitir el paso de las aguas, las que caminan rápidamente al través del manto de aluvión y escurren actualmente por los thalwegs subterráneos, cavados en las capas arcillosas; por lo tanto, las aguas no ocupan allá una sola superficie, como lo demuestra el régimen variable de los numerosos pozos comunes abiertos en distintas partes del valle. De este modo acontece que unos pozos revelan dar agua todo el año, otros sólo en ciertas épocas, y por último, otros, la mayor parte, no han dado agua, engendrando así en el valle de Cerritos una escasez de agua que mantiene en estado miserable á los muchos pueblos y rancherías de la jurisdicción de Cerritos. Muchos ranchos de dos y trescientos habitantes se ven obligados, durante 6 meses del año, á emprender largas jornadas para proveerse de agua á los pocos pozos alimentados, viéndose obligados á pagar el agua que consumen; estas aguas

son algunas veces saladas, sumamente pesadas por la gran cantidad de carbonato de cal que contienen. En algunas rancherías hemos visto pequeños bordos ó receptáculos alimentados por aguas llovedizas, que duran tres meses después de las últimas lluvias, y para recoger las aguas que se infiltran en dicho receptáculo, han abierto pequeños pozos alrededor del recipiente.

En la región con capas de tobas volcánicas, otro es el régimen ordinario de las aguas, las que se acumulan, á veces, en el medio de las capas en los lugares donde por su compacidad y presencia de la arcilla, hacen partes impermeables. Un pozo á 2 kilómetros de la población de Cerritos se halla en este caso, y puede producir 6 ú 8 metros cúbicos al día, que se extraen por medio de una bomba de mano. Otro pozo en la población de Cerritos, llamado Pozo del Común, ha sido abierto desde hace muchos años y da aguas en bastante cantidad, que extraen por medio de una noria de cubitos. Este pozo de 25 metros de profundidad, está abierto en caliche que descansa sobre caliza dura y que sirve de lecho á las aguas. Está justamente al pie de los cerritos de los que la población deriva su nombre. Ninguno podría sospechar la existencia de estas aguas en este lugar, casi en la ladera; otras tentativas para encontrar aguas en las cercanías del Pozo del Común, no han dado resultados favorables. Estos dos pozos citados y algunos otros profundos y con aguas saladas de inferior calidad, completan la dotación de aguas del pueblo de Cerritos, notoriamente insuficiente para las necesidades de sus habitantes. La ignorancia y pobreza que los sucesivos Municipios de Cerritos han mantenido por tantos años esta seria situación, pues ni se han preocupado de la apertura de



nuevos pozos ni han aprovechado los muchos lugares propicios para establecer grandes represas, que no sólo satisfarían las necesidades de la población, pueblos y rancherías de su jurisdicción, sino contribuirían poderosamente al cultivo, pues se aprovecharía una buena parte en la irrigación. Pero no es nuestro objeto el estudio de esta importante cuestión, sino el de la consideración de la posibilidad de encontrar aguas artesianas brotantes ó no, en diversos puntos del Valle de Cerritos, objeto inmediato para el que fuí nombrado en comisión por la superioridad y asunto del que se habla en otra parte.

Hemos dado ya la mejor localización que se podría dar á los pozos artesianos lo más cerca posible de la población de Cerritos, y en cuanto á encontrar el agua artesiana en cualquier lugar del valle, basta hacerse cargo de la inmensa extensión de la cuenca hidrográfica de Cerritos y además las consideraciones siguientes.

El que suscribe tiene la honra de participar á usted que, como resultado de los estudios practicados en el Valle de Cerritos, Distrito del mismo nombre, del Estado de San Luis Potosí, tiene la convicción, por las razones que adelante se expresan, de la existencia de aguas artesianas en toda la extensión del valle mencionado; y que siendo su misión la de localizar algunos pozos artesianos que ayuden á las urgentes necesidades de aquella población, manifiesta que ya dió á saber á algunas personas que componen el Ayuntamiento de Cerritos, los lugares que á su juicio son los más favorables para abrir pozos artesianos, no porque otras partes del Valle no presenten las mismas condiciones favorables, sino porque aquellos puntos están muy próximos al pueblo de



Cerritos, el que por su situación, en el portezuelo de dos lomas rocallosas, aleja la probabilidad de encontrar aguas artesianas dentro del recinto de la población.

Los mejores puntos por su situación para abrir pozos artesianos, son :

1. Un kilómetro al Sureste de la noria y tinaco que alimenta actualmente á Cerritos. En esta región que forma parte de la desembocadura de la fracción del valle, llamado Rincón, se pueden abrir muchos pozos artesianos á distancias que no excederían de 1 á 2 kilómetros de Cerritos.

2. El espacio comprendido entre el pueblo de Cerritos y la línea del Ferrocarril Central, que forma una superficie triangular limitada por las faldas de los cerritos y la línea mencionada. Los pozos abiertos en esta región, no distarán más de 1,500 metros de Cerritos.

3. En cualquier punto del gran Valle de Cerritos, con la condición de no abrir dichos pozos, á menos de 1 kilómetro de la base de las lomas.

Las aguas artesianas podrán ser brotantes en pozos abiertos en el medio del valle; en cualquier otro caso las aguas no brotarán á la superficie y es preciso extraerlas con bombas de profundidades no mayores de 70 metros.

Las razones en que funda su dictamen el suscrito, son :

- a). En el Valle de Cerritos hay una época regular de lluvias que comienza en el mes de Junio y termina hasta Septiembre.

- b). Las lluvias torrenciales inundan, cada año, una gran parte del Valle de Cerritos, y estas aguas se infiltran en parte al través de las capas del subsuelo.

c). La existencia de las aguas artesianas en las cercanías de Cerritos, está demostrada por los pozos artesianos que hace nueve años abrió el Ferrocarril Central en la Estación Cerritos (1,500 metros de la población), y de los que se extraen con bombas más de 300 metros cúbicos diariamente.

México, Junio de 1902.





FUENTE TERMAL

EN

CUITZEO DE ABASOLO, ESTADO DE GUANAJUATO

POR EL ING.

ANDRÉS VILLAFÑA

---

(LAMINAS LVI Y LVII)



---

## FUENTE TERMAL EN CUITZEO DE ABASOLO<sup>1</sup>

ESTADO DE GUANAJUATO

POR EL INGENIERO ANDRÉS VILLAFÑA

---

(LÁMINAS LVI Y LVII)

Es bien frecuente en la Mesa Central de México, la existencia de valles, más ó menos extensos y adyacentes, estando sólo separados entre sí por lomeríos de poca altura y que dejan pasos bien fáciles de un valle á sus contiguos; esta configuración está bien marcada en los terrenos que constituyen “El Bajío” del Estado de Guanajuato; este Bajío se extiende, de Norte á Sur, desde León, siguiendo la falda de las Sierras de Guanajuato y Codornices, hasta las Sierras de Pénjamo, Valle de Santiago y Culiacán; por el Oriente llega hasta los límites entre Querétaro y Guanajuato, y por el Poniente abarca hasta los Distritos de Piedra Gorda, Purísima y

---

1 El pueblo de Cuitzeo de Abasolo es conocido con los nombres de Abasolo, Cuitzeo y Cuitzeo de los Naranjos. Cuitzeo, quiere decir en lengua michoacana, tinaja.—Dic. Geo. Hist., tomo II, pág. 492. Cuitzeo, Cuitz-eo, del idioma tarasco de Guanajuato; Cuitzillo es su diminutivo castellano; parecen sus radicales: Cuitziqui, zorrillo ó animal que hiede, como dice el Padre Gilberti, y la final *eo* de lugar. Nomenclatura Geográfica de México. Dr. A. Peñafiel. 2ª Parte, pág. 84.



San Francisco del Rincón y parte de los Distritos de La Barca y Lagos del Estado de Jalisco.

En la parte Sur de "El Bajío," se haya situada la sierra de Pénjamo, y ligados á ésta por su origen y topografía, se encuentran hacia el Sureste los "Cerros de Huanímaro;" estos cerros separan los valles de Cuitzeo y Huanímaro.<sup>1</sup> Estando en uno de los cerros de Huanímaro que dominan el Valle de Cuitzeo, se ve á éste limitado al Norte por el cerro de "La Gavia," al Noroeste por el elevado cerro de "El Fuerte de los Remedios," célebre en la Historia de México; este cerro es la cima culminante de la Sierra de Pénjamo; al Poniente se distingue un lomerío bajo en el que dominan los cerros de Barajas y de Capapetiro, este último muy cerca de la confluencia de los ríos Lerma y Turbio; hacia el Este se ven las lomas de Munguía y Cerro Prieto, siendo las primeras las que separan los valles de Irapuato y Cuitzeo.

Se encuentran diseminadas en este Valle de Cuitzeo, algunas pequeñas lomas de carácter volcánico bien marcado y debiéndose notar las lomas de "La Bruja," que hacen una pequeña ó apenas perceptible separación entre los valles de Cuitzeo y Cuerámaro, este último de gran extensión.

En la región son absolutamente dominantes las formaciones volcánicas, y para completar su estudio y encontrar las relaciones que entré sí guardan sus formaciones, se hizo un levantamiento topográfico de una zona de poca anchura y que atraviesa los cerros de Huaní-

---

1 El Valle de Huanímaro está constituido por la parte Norte del de Puarándiro, del Estado de Michoacán, y separado de la porción Sur por el río de Lerma.

maro y el Valle de Cuitzeo; se practicó un corte geológico y se levantó un croquis del Valle de Cuitzeo y cerros de Huanímaro.

En la falda Noroeste de los cerros de Huanímaro, se encuentra el pueblo de Cuitzeo de los Naranjos, cuya situación geográfica es aproximadamente de 20°27' de latitud Norte y 3°31' de longitud W. de México, con una altura sobre el nivel del mar de 1,730 metros;<sup>1</sup> á inmediaciones de este pueblo, y pudiera decirse en el pueblo mismo, existe una fuente termal conocida con el nombre de "Caldera de Cuitzeo."

El agua de la caldera sale por grietas del terreno, no identificadas de una manera completa, por el espesor de la capa de tierra vegetal (terreno de acarreo moderno), que las cubre; la temperatura del agua es de 75° C. al salir y al nivel del terreno; como esta es la temperatura de vaporización propia, se ve salir, juntamente con el agua, vapor con poca tensión; si á esto se agrega que hay desprendimiento constante de gases, resulta que el aspecto es el de la salida del agua en constante ebullición.

Los propietarios del terreno donde brota la fuente, le han formado á ésta un recipiente de mampostería en forma de polígono irregular, que mide 60 metros de Este á Oeste y 23 metros de Norte á Sur, con taludes de tierra hacia el interior; el nivel del agua, en este depósito, es de 2 metros 90 centímetros, siendo este el mayor nivel que puede tomar el agua en virtud de su fuerza ascen-

---

1 El lugar en que está edificada la población era antes una hacienda de labor declarada pueblo en 1851 por la Legislatura de Guanajuato, y Villa de Abasolo en 4 de Mayo de 1852.—Dic. Geo. Hist, tomo II, pág 412

sional al brotar del terreno. Se notan ligerísimas variaciones en la cantidad de agua salida durante las distintas horas del día, siendo el nivel más alto en el recipiente cuando se desprende más vapor de agua y que corresponde esto á la hora de temperatura mínima del aire (7 h. a. m.), y más bajo en el caso inverso, que corresponde á las 3 p. m. Así es que se podrán expresar las intermitencias como sigue:

1.<sup>a</sup> Variación de la cantidad de vapor desprendido, en relación inversa con la variación diurna de temperatura atmosférica.

2.<sup>a</sup> Variación de 32 milímetros, en el nivel del agua contenida en el recipiente: siendo más alto cuando se desprende más vapor y más bajo cuando este desprendimiento es más lento. Esta variación origina en el gasto de "La Caldera," otra de 0.992 litros; pues este gasto varía entre 24 litros 790 y 23 litros 798 por segundo.<sup>1</sup>

3.<sup>a</sup> Variación de la temperatura del agua al nivel de la parte superior del recipiente que la contiene, como sigue:

A las 7 a. m. 63° C. = Temp. á la intemperie 17° 5; á la sombra 17°.

A las 10 a. m. 61° C. = Temp. á la intemperie 19° 5; á la sombra 17°.

A las 3 p. m. 63° C. = Temp. á la intemperie 28° 5; á la sombra 26°.

La cantidad de vapor de agua es muy variable y parece depender, en gran parte, de las condiciones ó elementos atmosféricos, como puede verse por las observaciones siguientes:

En las mañanas es más abundante el desprendimiento de vapor que en las tardes, teniendo un máximo á la

---

1 Se puede decir que esta fuente termal produce 2 141,856 litros de agua á 75° C. cada 24 horas.

hora de mínima temperatura del aire; en los días que baja más la temperatura en las mañanas, es más alta la columna de vapor formada sobre la caldera, habiéndose observado en esta vez hasta una altura de 25 metros, aproximadamente, en un día cuya mínima correspondió á  $+4^{\circ}$  C., formándose una columna de vapor de 650 metros cuadros de base por 25 de altura. En general á mediodía y en las tardes, ó mejor dicho, desde las 10 a. m. se nota en la caldera poco vapor, es visible toda la superficie del agua y se notan claramente los desprendimientos de gas, llamado en la localidad el hervor; al llegar ráfagas de aire, se levanta el vapor como el polvo de un camino, quedando los lugares en que se acaba de levantar, sin producción de él por unos instantes.

La cantidad de gas desprendido es constante y uniforme, en gran proporción, y formándose burbujas hasta de un decímetro de diámetro.

La situación de esta caldera en la región Sur del Estado de Guanajuato, cuyo aspecto y naturaleza volcánicas son tan generalmente conocidas, hacen considerarla como una de las últimas manifestaciones del volcanismo de la región, como se ha hecho con las azufreras de la Sierra de Ozumatlán, las fuentes termales de Puruándiro en la Hacienda de San Antonio <sup>1</sup> y los llamados "Pozos de Ixtlán de los Hervores," y que continuando su aparición más al Norte, se ven los ojos de agua

---

1 Manantiales termales de la Hacienda de San Antonio:

El Picjo: temperatura del agua al salir del manantial,  $68^{\circ}.9$  C.

La Pila, el mayor y más abundante,  $83^{\circ}.7$ .

" " otro pequeño inmediato al anterior,  $86^{\circ}.0$ .

" " el que pertenece á Puruándiro,  $77^{\circ}.0$

tibia de San Gregorio y Tupátaro y hacia el Oriente las fuentes calientes de Munguía (lodos de Munguía), etc.

Conforme á lo anterior, la caldera de Cuitzeo queda clasificada como un caso particular de las últimas manifestaciones volcánicas en la región de los Mal-países de la zona central de la República.

En la región comprendida en todo el Sur del Estado de Guanajuato y que corresponde á la zona volcánica indicada, están bien separadas las fuentes de aguas de infiltración ó de origen superficial, de las aguas termales, cuyo origen es ciertamente las infiltraciones, pero efectuadas éstas en una de mayor amplitud y á profundidades no definidas adonde van á tomar el calor y sales.

El agua que proviene de las lluvias al llegar á una región hidrográfica, se divide en tres porciones: una que sufre la evaporación para volver á su estado nuboso, otra que sufre una infiltración superficial y aparece luego bajo la forma de manantiales en las laderas de los cerros ó en los valles, y una tercera porción del agua llovida, sigue infiltrándose á mayores profundidades y viene luego á constituir las aguas subterráneas á las que propone llamar Le Conte "volcanic water," por ser tan manifiesta su presencia en los paroxismos volcánicos y en las fuentes hidro-termales de las regiones volcánicas. Esta división de las aguas está perfectamente manifiesta en Cuitzeo; pues casi al mismo nivel se encuentran "La Caldera" y el manantial de agua fría (Ojo de Agua) de donde se provee la población, siendo la distancia horizontal que hay entre los dos, de 1 kilómetro 600 metros. También es de observarse que en tanto que el agua fría tiene un color opalino, el agua caliente es límpida por

completo; la primera debe su color á sustancias minerales en suspensión.

Como á muchas aguas termales, á las aguas de la "Caldera," se le atribuyen propiedades medicinales, principalmente para enfermedades del estómago, pero éstas no están del todo comprobadas y reconocidas por falta de un estudio especial á este respecto. A los lodos de Munguía, citados antes, se les considera como buenos purificadores de la sangre. El análisis de las aguas de la "Caldera" practicado en este Instituto, dió los resultados siguientes:

Residuo á 105°. 0 gr. 6041 en un litro de agua.	
Materia orgánica.....	0 1105 %
SO <sub>3</sub> .....	0.0536 „
Cl... ..	0.0800 „
SiO <sub>2</sub> .....	0.0812 „
CaO.....	0.0272 „
MgO.....	0.0273 „
Na <sub>2</sub> O.....	0.1670 „
K <sub>2</sub> O.....	0 0950 „
Densidad á 20° C. 1.000960.	

Se analizó también el agua tibia del rancho de San Gregorio que está situado al Noroeste de Cuitzeo y en la falda Noreste del cerro de El Fuerte de los Remedios, con los siguientes resultados:

Residuo á 105°. 0 gr. 0960 en un litro.	
Materia orgánica.....	0.149 %
SO <sub>3</sub> .....	0.165 „
H <sub>2</sub> S.....	0.014 „
Cl.....	0.176 „
SiO <sub>2</sub> .....	0.079 „
CaO.....	0.017 „



MgO .....	0.004 %
Na <sub>2</sub> O .....	0.246 „
K <sub>2</sub> O .....	0.050 „

Comparando los mismos elementos químicos encontrados en los análisis de las aguas de San Gregorio, Ixtlán (Pozos de los baños) y Cuitzeo, se ve que las cantidades de estos elementos decrecen en la forma que sigue, siendo en ellas elemento dominante la sosa (NaO) y el elemento que se encuentra en menor proporción relativa, es la cal (CaO).

San Gregorio Análisis del Sr. Vigier	Ixtlán (pozos de los baños) Análisis de los Dres. Vigier y Waitz	Cuitzeo Análisis de A. Villafaña
Na <sub>2</sub> O .....	Na <sub>2</sub> O.....	Na <sub>2</sub> O
Cl.....	Cl .....	K <sub>2</sub> O
SO <sub>3</sub> .....	SO <sub>3</sub> .....	Cl
SiO <sub>2</sub> .....	SiO <sub>2</sub> .....	SiO <sub>2</sub>
K <sub>2</sub> O.....	K <sub>2</sub> O.....	SO <sub>3</sub>
CaO.....	CaO .....	CaO

Creo será conveniente reunir todos los análisis de aguas minerales de la región volcánica á la que pertenece Cuitzeo y demás lugares indicados en este estudio, para que de su comparación y discusión de los resultados, llegue á formarse idea de su origen y relaciones.

Tanto en Cuitzeo como en San Gregorio, se han empleado las aguas de los manantiales en la irrigación de terrenos, y, como era de esperarse, se han transformado las tierras: de buenas que eran se convirtieron en salitrosas. Esto se explica fácilmente por la evaporación del agua salada que dejará en la superficie de los terrenos el contingente que trajera de sales disueltas: y si en el primero ó segundo año del empleo de estas aguas no se

han maleado los terrenos, esto sólo indica que la cantidad de sales depositadas por la evaporación del agua, no ha sido excesiva; pero se irá acumulando hasta dejar un terreno salitroso é inútil, cuyo único remedio será lavar, ya artificialmente, ya por las lluvias de varios años, y aplicarle después un abono apropiado.

Como se ha dicho, las formaciones volcánicas son dominantes en la región y están representadas por rocas efusivas, siendo un tipo de roca ácida: rhyolita, y otro de roca básica: basalto. A la primera especie de roca corresponden las siguientes variedades: rhyolitas, rhyolitas esferolíticas, litoiditas, rhyolitas litoides, litoiditas silicificadas, tobas rhyolíticas y pomosas de los cerros de Huanímaro y del cerro de El Fuerte de los Remedios. Los basaltos están representados en todo el valle: por basalto de olivino, basalto dolerítico, basalto con muy raros cristales de olivino y andesita basáltica.<sup>1</sup>

Como se ve en el perfil, las variedades rhyolíticas están ocupando las partes elevadas de las sierras, en tanto que las variedades basálticas forman el total del material volcánico de los valles: en la línea de separación de estas dos especies de rocas es donde aparecen en la superficie las fuentes termales.

Entre el material rhyolítico de esta región se encuentran buenos tipos de litoiditas, siendo de notarse la del "Arroyo del Salto," que es un tipo perfecto hasta en su aspecto macroscópico: de color gris, textura semiconchoide, y al microscopio presenta una parte felsítica micropoikilitica y esferolitas. También están bien caracterizadas las esferolitas que son muy abundantes y con

---

1 Al Sr. Ing. E. Ordóñez se debe esta clasificación.

su desagregación han tomado algunas barrancas un aspecto característico que les ha valido el nombre de "Barrancas de las Balas."

Examinadas macro y microscópicamente las rhyolitas esferolíticas y las litoiditas, se observan gran número de cavidades rellenas de cristales pequeños, entre los que dominan los de cuarzo, hay también cavidades que están tapizadas en parte con una capa de hialita y su otra parte presenta las cristalizaciones del cuarzo y tridymita. Vistos al microscopio los grupos cristalinos, se distingue: el cuarzo como dominante, cuarzo ametista, la tridymita, el feldespato ortosa y fayalita en muy pequeña cantidad; la presencia de estos minerales que pudieran llamarse minerales de las litofisas por ser tan constante su presencia en ellas, me ha hecho clasificar las cavidades de estas rhyolitas esferolíticas como litofisas, aunque muy imperfectamente desarrolladas por carecer de la estructura en capas concéntricas que casi siempre las caracterizan. Son estas litofisas muy abundantes y los cristales de cuarzo de ellas tienen un gran número de burbujas.

Hacia el Sur de la región, en la confluencia de los ríos Lerma y Turbio es muy marcada la silicificación de las rhyolitas, presentándose grandes nódulos y numerosas venillas de cuarzo amorfo fosforescente por frotamiento. Al Sur del pueblo de Huanímaro se hace notable la rhyolita por su abundancia en geodas; en cuya roca se han labrado cortas excavaciones para explotar el ópalo contenido en ellas.

Las litoiditas y esferolitas se presentan en el terreno en capas muy delgadas, siendo muy frecuente encontrar en los cerros de Huanímaro capitas de 1 á 2 milíme-

tros de espesor; se ven éstas del lado del pueblo de Cuitzeo con toda claridad, y se puede seguir en ellas un gran número de sinuosidades que indican movimientos irregulares en el escurrimiento de la lava, es decir, que al mismo tiempo que el movimiento de escurrimiento, se efectuaron otros movimientos en las capas todavía no consolidadas, independientes del desalojamiento, debido á la fluidez y naturaleza del material eyectado. Junto á los acantilados en que se observan estas capitas de litoidita y en apariencia íntimamente ligado á ellos, se encuentra un depósito de toba pomosa con fragmentos de obsidiana que sirve como piedra de construcción y ornato en la localidad.

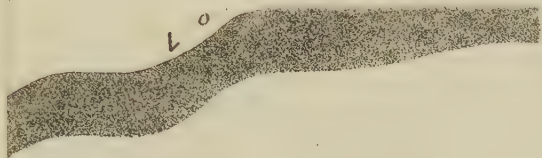
No es posible fijar el lugar de salida del material rhyolítico, aunque es muy probable que un foco eruptivo haya existido en el acantilado de La Cruz y de Arroyo del Salto; por encontrarse en éstos las tobas rhyolíticas y pomosas y por formar una protuberancia anormal en la pendiente regular de las capas de litoidita.

En el valle sí es fácil encontrar los lugares de emisión del basalto, y puede decirse que el cerro de los Bueyes es un cráter medianamente bien conservado, en tanto que el cerrito de La Bruja, es otro destruído: en estos cráteres hubo emisión tranquila de lava basáltica; ésta fué eyectada á una temperatura muy superior á su punto de fusión, por lo que fué más movable y más densa que cualquiera de las variedades rhyolíticas; así es que llenó el valle fácilmente, librándose de esta inundación basáltica sólo los lugares altos, formados por acciones eruptivas anteriores.

Instituto Geológico Nacional. México, Mayo de 1906.

Parer. 7.—2\*\*





*en la caldera grande de Cuitzeo.*

~~~~~  
~~~~~olita.





PARERGONES

DEL

INSTITUTO GEOLOGICO DE MEXICO

**TOMO II.—NUMERO 8**



INSTITUTO GEOLÓGICO DE MÉXICO

---

DIRECTOR: JOSÉ G. AGUILERA

ESTUDIO HIDROLÓGICO

DE LA

REGIÓN DE RIOVERDE Y ARROYO SECO

EN LOS ESTADOS

DE

SAN LUIS POTOSÍ Y QUERÉTARO

POR EL ING.

TRINIDAD PAREDES



MÉXICO

IMPRESA Y FOTOTIPIA DE LA SECRETARÍA DE FOMENTO  
Callejón de Betlemitas núm. 8

—  
1909



---

ESTUDIO HIDROLÓGICO  
DE LA  
REGIÓN DE RIOVERDE Y ARROYO SECO

EN LOS ESTADOS  
DE SAN LUIS POTOSÍ Y QUERETARO  
POR EL INGENIERO DE MINAS TRINIDAD PAREDES

---

(Lámina LVIII)

El Estado de San Luis Potosí es uno de los Estados en que se ha apreciado en su justo valor el aprovechamiento de las aguas por medio de presas y últimamente por medio de pozos artesianos. Muchos particulares, pero especialmente el ilustrado señor Gobernador, tienen un empeño decidido en aumentar los recursos de los campos y los pueblos, suministrándoles el preciado elemento, para transformarlos de pobres y estériles en ricos y fructíferos, haciendo así el verdadero progreso material del Estado. El Gobierno que ha secundado las altas miras del señor Gobernador, ha decretado una ley en que suprime las contribuciones á los predios donde se hace una presa ó un pozo.

Siguiendo este loable empeño, á propuesta del señor Gobernador, el Ministerio de Fomento, que no cesa de fomentar todo lo que tiende al adelanto de la República, resolvió que se hiciera un estudio para ver si en las cercanías de Rioverde y Ciudad Fernández había aguas



brotantes y si éstas serían potables. El Instituto Geológico me favoreció con tan honrosa comisión que sé es superior á mí.

El plano de que se hizo uso, es tomado de las hojas de 1 á 100,000 levantadas por la Comisión Geográfico-Exploradora; las alturas fueron tomadas con aneroide y los rumbos de que se hace referencia son magnéticos.

Debo hacer constar mis agradecimientos por su apoyo y buena voluntad en suministrarme datos, á las autoridades, al personal de la Estación Agrícola Experimental de Rioverde y á los propietarios en general.

La región de que voy á ocuparme la divido en dos partes; la primera se refiere al valle de Rioverde y la segunda al valle de San Ciro y Arroyo Seco.

#### PRIMERA PARTE

*Geografía.*—El valle de Rioverde forma una llanura amplia y plana que se extiende de N. á S. como 60 kilómetros, y de E. á W. alcanza de 25 á 30 kilómetros, á una altura media de 1,020<sup>m</sup>. sobre el nivel del mar; comprendida entre los paralelos 21°45' y 22°15' latitud N. y los meridianos 0°45' y 1°15' al W. del de México.

En el valle de Rioverde se encuentra la población del mismo nombre que unida á la de Ciudad Fernández, como realmente están, tienen una población como de 12,000 habitantes.

*Fisiografía.*—Este valle está limitado por dos sistemas de montañas que corren de N.W. á S.E., juntándose hacia el Sur y hacia el Norte, más allá del valle de Cerritos.

Por el Oriente están las sierritas pequeñas de la Boquilla. Por el Poniente el sistema de sierras: de Diego Ruiz, Cieneguilla, San Diego y Jabalí, que se extiende mucho al N.S. y W.

Por el Norte está el cerro Vetado y los pequeños cerros de Angostura, y al Sur el cerro de la Campana y la sierrita de las Lágrimas. Al S.W. entre la sierra de San Diego y Jabalí, se encuentran las mayores alturas de la región: El Alisos, Catedral, Pedregoso y Bernalejo, que se levantan entre 1,900 y 2,200 metros sobre el nivel del mar.

Al Norte está el valle de Cerritos á unos 1,100 metros y separado del de Rioverde por los pequeños cerros de Angostura. Al Poniente está el valle de Gallinas y una serie de valles estrechos entre la sierra que se escalonan hasta el nacimiento del río Verde á unos 1,600 metros. Al Oriente está el valle estrecho y largo de Santa Rita y Sanguijuela, á unos 1,050 metros separado del de Rioverde por los cerros de la Boquilla; y al Sur y á una altura de 870 metros, están los valles escarpados de San Sebastián y San José del Tapanco, formados por el río Verde y el río Calabazas respectivamente. Estos dos valles están separados, uno del otro, por la sierrita de las Lágrimas que va de Norte á Sur y que á su vez separan el valle de Rioverde del de San Cirio y Arroyo Seco, que está á una altura de 920 metros.

El río Verde nace en los valles de Tolentino y Armadillo y otros de menor importancia, á una altura de 1,600 metros. Sigue un curso general de N.W. á S.E. hasta Ojo de Agua de Solano, habiendo drenado una extensión de cerca de 300 kilómetros cuadrados; aquí, en Ojo de Agua de Solano, entra al valle de Rioverde y

sólo desde allí lleva agua todo el año; sigue su curso de N.W. á S.E. drenando el valle en el que aumenta mucho sus aguas, tanto que al terminar la llanura, en Paso Real, se le tiene que buscar el vado. Desde Paso Real vuelve á ser escarpado y torrencial, sólo á trechos forma vegas, todas cálidas, profundas y enfermizas como la de San Sebastián, Vaqueros, Pinihuán y Guayabos; se reune con el río de Santa María, un poco mayor que él, y forman el río de Tampaon ó río Tamuin, que á su vez se une con el Moctezuma y forman el río Pánuco que desemboca en el Golfo.

Al valle de Rioverde concurren las aguas del Norte, del Oriente y del Poniente; las del N. mueren en el valle y las que en las lluvias surcan la superficie, son captadas en Angostura y Pastora. Las del E., lo mismo, al desembocar en el llano se extienden y dejan de surcarlo, á lo más forman pantanos de poca duración. Las del W. se abren paso por dos cortes casi paralelos; por el río Verde que separa la sierra de Diego Ruiz, de los cerros del Volcán y todos los de Tecomates y Ojo de Agua, el único que ya se dijo entra al valle y lo surca en toda su extensión. Y el Arroyo del Caño que separa al Bernalejo y los cerros de Cieneguilla, de las sierras de San Diego y Jabalí, y que sirve de drenaje á una gran parte de estas sierras. En este arroyo hay construído un caño desde época lejana y que alcanza un desarrollo como de 10 kilómetros.

El desagüe de la parte S. de la sierra de Jabalí, se hace por el río Calabazas que limita al valle al Sur.

*Geología.*—Las rocas que forman el suelo y el subsuelo de esta región, son sedimentarias y eruptivas.

Las sedimentarias son: Pizarras; Calizas compactas

del Cretácico medio; Margas del Cretácico superior; Caliza compacta reciente; travertino y sedimentos actuales.

Las eruptivas son: Rhyolitas y Basaltos.

*Pizarras.*—Las pizarras afloran sólo en una pequeña fracción del lecho del cañón de la piedra de amolar en Cieneguilla; están muy plegadas, no se les ve fósiles, tienen una dirección general de  $50^{\circ}$  N.W. y  $20^{\circ}$  de echado al N.E., á una altura de 1,300 metros sobre el nivel del mar; sobre estas pizarras y al N.E. se ve una arenisca que el Sr. Dr. P. Waifz clasificó de "Psammita de granos de cuarzo en cantidad predominante, feldespatos y pequeños fragmentos de rocas diferentes;" esta roca tiene la dirección y echado de las pizarras; en el centro está la psammita de grano grueso con un espesor de cerca de cuatro metros y arriba y abajo una capa como de 2 metros de psammita de grano fino; roca que se utiliza como piedra de amolar y de allí el nombre del cañón.

*Calizas.*—Sobre las pizarras vienen las calizas compactas, fosilíferas, que se extienden en una gran extensión formando los cerros de San Bartolo y Angostura, los cerros de la Boquilla y todos los del Sur. En las sierras del W., la caliza forma la sierra de Diego Ruiz; y de Gallinas y de Ojo de Agua al Sur, forma la masa de las montañas dejada al descubierto por las rhyolitas en algunas de las cúspides, en varios cortes ejecutados por la erosión, y en muchos lunares pequeños rodeados de roca eruptiva.

En el cerro del volcán tienen las capas calizas una dirección de  $80^{\circ}$  N.W. y su echado de  $10^{\circ}$  S.W.; en este cerro existe, casi en la cima, una caverna de dirección

60° N.E., casi vertical, por la que sale una corriente de aire muy activa, y que, según dicen, algunas veces en el invierno toma el aspecto de una columna de humo, y de allí el nombre del Volcán. El Bernalejo es una de las eminencias de caliza de las que alcanzan 2,000 metros; la parte superior de la montaña tiene una forma cónica y las capas tienen una dirección general de 50° N.W. y 40° de echado al S.W. En el arroyo del caño hay un corte natural como de 60 metros de altura vertical, casi á pico, donde la caliza se presenta en gruesos bancos de 1<sup>m</sup>.50 con una dirección general de 50° á 70° N.W. y un echado al S.W. de 8° á 35°. En el cañón de los Alisos se presenta otro corte, donde tiene la caliza una dirección general de 55° N.W. y 15° de echado al S.W. En el cañón de los López se presenta otro corte, la caliza tiene de 45° á 80° N.W. y de echado de 15° S.W. á 20° N.E. En la sierrita de las Lágrimas la caliza tiene una dirección general de 30° N.W. y echado de 16° á 50° al S.W. En la Boquilla las capas calizas tienen una dirección general de 30° N.W. y echado de 15° á 40° al N.E. El arroyo de la presa es un corte transversal á la dirección de las calizas y donde puede verse el carácter ondulado de las capas.

En estos lugares donde se presenta la caliza desnuda y fácil de observar, los lunares múltiples están como el conjunto de estas sierras, cubiertas de tierra vegetal y de exuberante vegetación; pero como se habrá visto por las anotaciones anteriores, puestas de relieve en el plano, las capas calizas forman anticlinales y sinclinales alternados con una dirección general, en la sierra del W. de 60° N.W.; y en la Boquilla de 20° N.W. Este carácter se manifiesta también por los cerros al pie de las se-



rranías; los Melones en Cieneguilla, y los cerros de la Capilla, la Calera y Palomas en Jabalí.

*Margas.*—Las margas inferiores del Cretácico Superior ó división Cárdenas del Dr. Böse, cubren en una pequeña extensión á las calizas en la parte N.E. de la sierrita de la Boquilla, es decir, en la dirección de Cárdenas.

*Caliza reciente.*—La caliza reciente, compacta, forma una costra como de 10 metros de espesor, como se ve en los flancos de la meseta de San Juan en el Obrajero; en la parte que forma, por decirlo así, el escalón entre los valles de Rioverde y los de San Sebastián y San José del Tapanco.

*Travertino.*—El travertino forma una costra que alcanza un espesor de 6 metros, como se ve en las riberas ó paredones del río y que se extiende desde San Bartolo hasta la extremidad Sur del valle, hasta la meseta de San Juan; observándosele un espesor mayor en los manantiales de Plazuela. En una gran parte esta costra está cubierta de tierra vegetal; pero bajo la capa delgada de tierra vegetal, se le ve como en los tajos ó canales hechos en Pastora, en algunos de Rioverde y en otros de la Boquilla. De Rioverde á Plazuela, está al descubierto, y en todo el camino forma una roca dura, áspera, con cavidades que en el llano de Jabalí están llenas de agua y forman una extensa ciénega en la que creció y se desarrolló una vegetación recia, especial hasta constituir bosques casi impenetrables; como se ve aún en la parte oriental de este llano, dirección en que avanza el desmonte que año por año la Hacienda emplea en sus poderosas calderas.

*Sedimentos.*—Los sedimentos actuales forman, se pue-



de decir, una muy pequeña extensión, concretándose á los conos de deyección de los arroyos en su desembocadura en el valle; como en los vallecitos de Cieneguilla, San Diego y el de la presa del Jabalí, cuencas reducidas, limitadas por el W. por los macizos de la sierra y al E. por los cerros pequeños, que son como las ondulaciones últimas de la caliza ó los estribos últimos de la sierra.

De estos conos de deyección, el único que se extiende algo y que tiene importancia en la hidrología de la comarca, es el de San Diego que avanza hasta Callejones formando algunos lechos permeables al agua.

*Rhyolitas.*—Las rhyolitas forman una capa extensa de dirección general de N.W. á S.E. que cubrió la formación cretácica en la Serie Pliocena <sup>1</sup> dejando al descubierto algunas de las eminencias y llenando todas las barrancas y hondonadas preexistentes, algunas veces es de gran potencia, levantándose en partes hasta formar alturas como el cerro de los Alisos en Jabalí á más de 1,900 metros sobre el nivel del mar, y hacia el W. forma alturas mayores. Sigue á través del valle llenando una gran parte, sobre la que reposan las capas de travertino como se ve claramente en el cauce del río de Paso Real.

Del lado S.E. del valle, vuelve á levantarse con los mismos caracteres que en el W., cubriendo las calizas, pero dejándolas aflorar en los puntos que su espesor no llegó á cubrirlas, ó en las que la erosión y denudación posteriores han vuelto á descubrir.

La roca está surcada en algunos lugares de venas de

---

<sup>1</sup> Sr. Aguilera en "Distribución geográfica y geológica de los criaderos minerales de la República Mexicana."—Anuario de la Ac. Mex. de Ciencias, t. V, 1899.

Sr. Villarelo en Hidrología de los alrededores de Querétaro.—Parergones del Instituto Geológico de México, t. I, núm. 8.

cuarzo y pedernal, como en el lugar conocido con el nombre de la Cuchillita. También tiene muchos núcleos, de muy variadas dimensiones, de una roca que el Sr. Doctor P. Waitz clasificó como "Obsidiana rhyolítica con esferulitas y cristales de sanidino, plagioclasa y cuarzo en base vidriosa fluidal."

*Basalto.*—Adelante de Estancia Nueva, en el arroyo del Caño, la erosión ha dejado al descubierto un dique de una roca maciza y compacta, que entre la rhyolita atraviesa la barranca y que el Dr. Waitz clasificó como "basalto de plagioclasa, con plagioclasa, augita y olivino (probablemente también sanidino) en vidrio muy oscuro."

Esta roca no derramó al exterior, sino que quedó entre la rhyolita bajo la forma de dique de roca intrusiva con dirección N.S. y que la formación de la barranca ha venido á poner al descubierto en la parte que lo atraviesa.

De la caliza, en muchas partes marmorizada, no se obtiene ningún producto industrial fuera de la cal, que también la obtienen del travertino en Rioverde y Plazuela.

Entre la caliza sólo hay un pequeño yacimiento de hematita en el cerro del Almagre, al W. de Santa Rita. A una altura de 1,260 metros hay una cata como de 5 metros sobre una cinta de 0<sup>m</sup>.30 que en el fondo sólo tiene 0<sup>m</sup>.05 de espesor con una dirección de 70° N.W. y 80° de echado al S.W.

Con muchas dificultades y condiciones los guías se atrevieron á enseñarme dos minas, según ellos, en San Diego y Jabalí; las dos consistían en catas que no tendrían más de un metro y medio de excavación y en las

que debe haber habido algunos núcleos pyritosos en la rhyolita, pero sin importancia. En la proximidad del contacto de la rhyolita con la caliza, especialmente de Pescadito á la Manga se notan productos de alteración y metamorfismo sin que constituyan criaderos de substancias explotables, al menos en la actualidad; solamente se utiliza la "Piedra de fuego" que es una rhyolita kaolinizada y que emplean en las parrillas de los trapiches, y el barro, del que se obtienen muy buenas tejas y ladrillos en San Diego y Cieneguilla.

La roca más utilizada es el travertino, que en Rioverde llaman cantera; sirve como material de construcción, obteniendo losas muy resistentes de 1 metro por 1<sup>m</sup>.50 por 0<sup>m</sup>.25, que sirven para cubrir los puentes de los caños al atravesar las calles, y sirve también para la fabricación de la cal.

*Hidrología.*—En el valle hay varios manantiales;<sup>1</sup> pero los principales y los que desempeñan un papel muy importante en la hidrología de la región, son relativamente pocos: la Media Luna en Jabalí; Ojo de Agua de Solano y el Nacimiento de San Diego.<sup>2</sup>

Con el agua de la Media Luna se riega: parte de las Municipalidades de Ciudad Fernández y Rioverde, y una porción de la Hacienda de Jabalí, y además, el agua que forma las ciénegas entre Jabalí y el río.

Ojo de Agua de Solano suministra: agua para regar una porción de la finca de Ojo de Agua, la que sigue el curso exterior del río y la que camina entre la gruesa capa de arena del lecho del río.

---

1 Más bien resurgencias ó falsos manantiales de Martel.

2 El Huascamán no pertenece propiamente al valle de Rioverde.

El Nacimiento suministra agua para regar toda la porción plana de la Hacienda de San Diego.

La Media Luna toma su nombre de la forma del manantial de cuyas ramas extremas parten: por un lado los canales de Ciudad Fernández y Rioverde, y de la otra el río enterrado.

Según datos que adquirí, por informaciones de varias personas; por los canales citados se toma agua en la cantidad de 4,000 litros por segundo, de los que le pertenecen: á Rioverde, 1,800 litros; á Ciudad Fernández, 1,200, y el resto á la Hacienda de Jabalí; no pude averiguar qué cantidad se le había asignado al río enterrado para apreciar el gasto total; pero según esos datos, sólo por los canales pasan 345.600,000 de litros cada 24 horas.

Para admirar bien este manantial, es indispensable embarcarse en una canoa que poseen en Jabalí en el Canal de Ciudad Fernández que es el más al Poniente; á través del agua cristalina, ligeramente azulosa, se ven muy claramente todas las piedrecillas y plantas que tapizan el fondo; al llegar y entrar al manantial se siente una grande y viva impresión, de repente se pierde el lecho y sólo se ve un abismo azul sin fondo. En las cercanas orillas las plantas suben formando espesos tapices que cubren las paredes que sólo á trechos se encuentran desnudas, y entre la masa de agua, se ven en el lado W. unos acantilados de caliza estratificada que se abre y se desgarran formando la boca irregular de una caverna sinuosa y toda llena de agua.

Este manantial aparece en el valle como á 9 metros sobre el nivel de la Ciudad de Rioverde. Como á unos 500 metros al N.W. se levantan las colinas calizas de la Media Luna y la Calera que constituyen el cerro más

próximo. La llanura del valle se extiende al N.E. y alrededor, todo el piso es una gruesa costra de travertino de que ya se hizo mención; sobre esta roca va el río enterrado que á unos 1,500 metros ya está muy disminuído y donde se puede ver el proceso de crecimiento de la capa de toba caliza.

Las paredes en su crecimiento van formando como cornisas voladas bajo las que corre el agua, viéndose destacar un surco sinuoso como de lentes alargados, que á la vez que crece una pared contra la otra, crece hacia arriba. A trechos se juntan y forman puentes muy resistentes<sup>1</sup> hasta que esta capa es continua y desaparece todo vestigio de corriente de agua.

El agua tiene una temperatura de 22°5. A continuación pongo dos cuadros de análisis de aguas procedentes de este manantial que se deben á la bondad del personal de la Estación Agrícola Experimental de Rioverde.

Las muestras de que se hicieron estos análisis fueron tomadas en las cercanías de Rioverde, es decir, como á unos 9 kilómetros del manantial, pero servirán para dar idea de la composición de sus aguas.

La muestra de los Alonsos se tomó al llegar el canal á la ciudad, y la de la Cruz Verde, cuando el agua ha pasado por la ciudad y ha recibido algunos albañales.

#### Análisis físico

| AGUA DE LOS ALONSOS   | AGUA DE LA CRUZ VERDE |
|-----------------------|-----------------------|
| Reacción neutra.....  | Reacción neutra.      |
| Color cristalino..... | Color cristalino.     |
| Sabor malo.....       | Sabor malo.           |
| Olor ninguno.....     | Olor ninguno.         |
| Temperatura 23° C.... | Temperatura 25° C.    |

<sup>1</sup> Yo ví pasar carros cargados como con 2 toneladas sobre una capa como de 30 centímetros.

Análisis químico <sup>1</sup>

|   |                       |                       |
|---|-----------------------|-----------------------|
| Dureza total.....   | 70°h.                 | 76°h.                 |
| Dureza temporal.....  | 28°h.                 | 38°h.                 |
| Dureza permanente.....  | 42°h.                 | 40°h.                 |
| Permanganato gastado para oxidar la materia orgánica (solución ácida).....    | 0 <sup>gr</sup> .0040 | 0 <sup>gr</sup> .0100 |
| Permanganato gastado para oxidar la materia orgánica (solución alcalina)..... | 0 .0010               | 0 .1695               |
| Oxígeno gastado para oxidar la materia orgánica (solución ácida).....         | 0 .0010               | 0 .0240               |
| Oxígeno gastado para oxidar la materia orgánica (solución alcalina).....      | 0 .0025               | 0 .0429               |
| Materia orgánica (solución ácida).  | 0 .0080               | 0 .0199               |
| Materia orgánica (solución alcalina) .....                                    | 0 .0020               | 0 .3380               |
| Anhidrido carbónico total.....  | 0 .2904               | 0 .2760               |
| Anhidrido carbónico libre.....  | 0 .2768               | 0 .1977               |
| Acido sulfúrico.....  | 0 .1330               | 0 .3796               |
| Cal.....  | 0 .1723               | 0 .1154               |
| Magnesia.....   | 0 .0495               | 0 .1483               |
| Carbonato de cal.....   | 0 .0309               | 0 .1957               |
| Sulfato de cal.....   | 0 .3780               | 0 .0140               |
| Sulfato de magnesia.....  | 0 .1500               | 0 .4500               |
| Residuo á 110°.....   | 16 .2000              | 16 .0000              |
| Acido nítrico.....  | Trazas.               | Trazas.               |
| Acido nitroso.....  | Trazas.               | Trazas.               |
| Azoe amoniacal.....   | 0 <sup>gr</sup> .0001 | 0 <sup>gr</sup> .0058 |
| Azoe orgánico.....  | 0 .0001               | 0 .0025               |
| Cloro.....  | 0 .0158               | 0 .0294               |

1 Datos relativos á 1 litro de agua, tomando como unidad de peso el gramo.



|                          |                       |                       |
|--------------------------|-----------------------|-----------------------|
| Hidrógeno sulfurado..... | 0 <sup>gr</sup> .2771 | 6 <sup>gr</sup> .2900 |
| Potasa.....              | 0 .0179               | 0 .0270               |
| Sosa.....                | 0 .0013               | 0 .0010               |
| Acido fosfórico.....     | 0 .0008               | 0 .0154               |

En relación con la Media Luna existe al S.W., como á 500 metros, la laguna de Tlacotes; una depresión del terreno siempre llena de agua, que parece ser como otro orificio ó boca de la misma caverna. Allí se observa un descenso en el nivel del agua después de las sequías prolongadas.

Este manantial es del verdadero tipo de las fuentes de las calizas ó Vauculianas, muy abundante, constante y de agua muy clara en todo tiempo.

Circula por una gruta ó caverna subterránea entre la caliza, de la que no se conoce el trayecto y sólo se conoce su salida, y que proviene de drenar una gran porción de las sierras y mesas y valles que se extienden al W.

Porque por ejemplo: El Arroyo de los Alisos tiene su nacimiento en la meseta del cerro de Catedral que se eleva á más de 2,000 metros sobre el nivel del mar, sigue su curso escarpado sobre la roca eruptiva hasta el punto conocido con el nombre de Paso de los Alisos adonde llega aproximadamente con 300 litros por segundo, y que según me dijeron estaba muy cercano de su gasto mínimo anual; allí en ese lugar entra á la formación caliza y á unos 30 metros sólo una cantidad insignificante de agua sigue por el cauce exterior del arroyo, la mayor parte sigue un curso subterráneo que se manifiesta por los orificios no sumergidos. En el primero fácilmente se puede introducir una vara y hasta los dedos; está en los



lechos de las capas calizas y sigue en el sentido de la estratificación, en la parte visible.

En el cerro del Pedregoso, del Puerto de las Azules, baja un arroyo que al llegar al punto El Resumidero, desaparece; es un hoyo como de 4 metros de profundidad y en la boca tiene como 4 metros por 1<sup>m</sup>.50, el agua en el fondo sigue por grietas estrechas; á pocas centenas de metro de curso subterráneo, el agua vuelve al exterior para desaparecer adelante siempre entre la caliza y no se le vuelve á ver más.

Y así varios cursos pequeños de agua que ví, se mantienen al exterior mientras caminan sobre la roca eruptiva y desaparecen en la caliza que tiene muchas grietas y cavernas que absorben todos los cursos de agua normales. Sólo en las lluvias los orificios en los lechos de los arroyos no son suficientes para absorber toda el agua y el excedente sigue el curso exterior hacia el valle. Probablemente todos estos trayectos subterráneos se reunen con otros mayores y más largos, y ya unidos tienen su desembocadura al exterior por la galería inundada de la Media Luna.

El Ojo de Agua de Solano aparece al pie de un cerro de caliza; es menos abundante que la Media Luna, vierte sus aguas directamente al río, la salida está rodeada de una mampostería que levanta el agua y le da una sobrecarga, por lo que no es posible ver nada del orificio de salida, y desde este punto es de donde el río lleva agua todo el año. Este manantial es del mismo carácter que la Media Luna; uno de los orificios de esta caverna subterránea está en el cerro del Volcán y otro en la cueva de los Organos. Todo lo que se ha dicho de la circulación

de las aguas de la Media Luna, puede decirse de la de Ojo de Agua.

La comparación de sus análisis muestra la semejanza en sus componentes, y por lo tanto la semejanza de sus orígenes.

#### Análisis físico

| OJO DE AGUA DE SOLANO  | RIOVERDE           |
|------------------------|--------------------|
| Reacción neutra.....   | Reacción neutra.   |
| Color cristalino ..... | Color cristalino.  |
| Sabor bueno.....       | Sabor malo.        |
| Olor ninguno.....      | Olor ninguno.      |
| Temperatura 29° C....  | Temperatura 23° C. |

#### Análisis químico

|   |                       |                       |
|---|-----------------------|-----------------------|
| Dureza total.....   | 74°h.                 | 94°h.                 |
| Dureza temporal ....  | 10°h.                 | 68°h.                 |
| Dureza permanente.....  | 64°h.                 | 26°h.                 |
| Permanganato gastado para oxidar la materia orgánica (solución ácida) .....   |                       | 0 <sup>gr</sup> .0004 |
| Permanganato gastado para oxidar la materia orgánica (solución alcalina)..... |                       | 0 .0004               |
| Oxígeno gastado para oxidar la materia orgánica (solución ácida)... ..        |                       | 0 .0009               |
| Oxígeno gastado para oxidar la materia orgánica (solución alcalina). .....    |                       | 0 .0010               |
| Materia orgánica (solución ácida)... ..                                       |                       | 0 .0070               |
| Materia orgánica (solución alcalina).....                                     |                       | 0 .0079               |
| Anhidrido carbónico total.....  | 0 <sup>gr</sup> .9808 | 0 .4038               |
| Anhidrido carbónico libre.....  | 0 .0594               | 0 .0099               |
| Acido sulfúrico.....  | 0 .4985               | 0 .1308               |
| Cal.....  | 0 .4022               | 0 .4954               |

|                          |                       |                       |
|--------------------------|-----------------------|-----------------------|
| Magnesia.....            | 0 <sup>gr.</sup> 0129 | 0 <sup>gr.</sup> 2680 |
| Carbonato de cal.....    | 0 .1236               | 0 .2884               |
| Sulfato de cal.....      | 0 .8120               | 0 .8120               |
| Sulfato de magnesia..... | 0 .0375               | 0 .0375               |
| Residuo á 110°.....      |                       | 17 .2000              |
| Acido nitroso.....       |                       | Trazas.               |
| Acido nítrico.....       |                       | Trazas.               |
| Azoe amoniacal.....      |                       | 0 <sup>gr.</sup> 0006 |
| Azoe orgánico.....       |                       | 0 .0004               |
| Cloro.....               |                       | 0 .0156               |
| Hidrógeno sulfurado..... |                       | 0 .2941               |
| Potasa.....              |                       | 0 .0386               |
| Sosa.....                |                       | 0 .0162               |
| Acido fosfórico.....     |                       | 0 .0126               |

El Nacimiento de San Diego es una fuente que al principio en su formación es parecida á las anteriores; aquí el agua no alcanza profundidad, porque encuentra el lecho impermeable de las pizarras que tienen su afloramiento al N. muy cercano, y luego la circulación subterránea es interrumpida por el dique de basalto que le sirve de barrera, que tiene su afloramiento un poco abajo al E. atravesando el arroyo antes de llegar á Estancia Nueva.

Este manantial es muy variable en su gasto, en las lluvias da un caudal muy respetable y en las sequías casi se agota; su salida aparece entre blocks desordenados en varios puntos, casi puede llamarse una fuente de curso temporal. En la época que lo ví, la Hacienda de San Diego aprovechaba como una cuarta parte que recogía un caño muy antiguo construído para el efecto, y que llega hasta la Hacienda; las otras tres partes siguen el curso exterior del arroyo infiltrándose entre las arenas del lecho la mayor parte, y la restante que avanza

hasta el valle, la capta San Diego y la emplea en el riego.

El agua infiltrada probablemente sigue las arenas del delta del arroyo que son en su mayoría provenientes de la roca eruptiva que cubre las calizas y llega hasta Callejones, donde alimenta los lechos acuíferos sembrados de norias que surten de agua potable á Rioverde y Ciudad Fernández.

En su trayecto á través de las arenas, las aguas han sufrido una filtración; pero al llegar á Callejones y avanzar al E. se mezclan y se contaminan con las aguas infiltradas de los riegos que se hacen con agua de la Media Luna.

Hay otros manantiales pequeños: Puertecitos, Arroyo Hondo, Las Higueras, San Antonio, Ojo de Agua en Ciudad Fernández y otros muchos, todos en la ribera W. del río ó sea del lado de donde está la parte regada, todos están casi al mismo desnivel de la planicie concordando también con la capa de agua de los pozos de las casas que en Ciudad Fernández están á 7<sup>m</sup>.60 y en Rioverde á 2<sup>m</sup>.50; todas las aguas de los manantiales y pozos tiene 23°.5 á 23°.7 C., por lo que es de suponer que toda esta capa de agua es proveniente del agua infiltrada del riego que se hace con la de la Media Luna. Se ha dado el caso que suprimiendo el agua en las acequias se agote el agua de los pozos próximos; debido también á que entonces se hace una extracción más activa en ellos; algunos manantiales salen entre el travertino y otros los cubre la tierra vegetal; los pozos atraviesan la tierra vegetal, y luego se encuentra la costra de toba caliza. Los análisis de algunos de estos manantiales son los siguientes:

## Análisis físico

|                  | Arroyo Bando | Las Higueras | Ojo de agua de C.<br>Fernández |
|------------------|--------------|--------------|--------------------------------|
| Reacción.....    | Neutra....   | Neutra.....  | Neutra.                        |
| Color.....       | Cristalino.  | Cristalino.  | Cristalino.                    |
| Sabor.....       | Bueno.....   | Bueno.....   | Bueno.                         |
| Olor.....        | Ninguno...   | Ninguno...   | Sulfuroso.                     |
| Temperatura..... | 23° C.....   | 23° 5 C....  | 23° 5 C.                       |

## Análisis químico

|                             |                       |                       |                       |
|-----------------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
| Dureza total.....           | 50°h.                 | 116°h.                | 82°h.                 |
| Dureza temporal.....        | 14°h.                 | 4°h.                  | 6°h.                  |
| Dureza permanente.....      | 36°h.                 | 112°h.                | 76°h.                 |
| Anhidrido carbónico total.. | 0 <sup>gr</sup> .1977 | 0 <sup>gr</sup> .0371 | 0 <sup>gr</sup> .0621 |
| Anhidrido carbónico libre.. | 0 .0742               | 0 .0098               | 0 .0395               |
| Acido sulfúrico.....        | 0 .2655               | 0 .8478               | 0 .4995               |
| Cal.....                    | 0 .2071               | 0 .7099               | 0 .3996               |
| Magnesia.....               | 0 .4495               | 0 .1650               | 0 .1287               |
| Carbonato de cal.....       | 0 .1547               | 0 .0518               | 0 .0515               |
| Sulfato de cal.....         | 0 .2940               | 1 .2460               | 0 .7980               |
| Sulfato de magnesia.....    | 0 .1500               | 0 .2500               | 0 .1950               |

Como á 6 kilómetros al S.E. de la Media Luna existe un pequeño manantial con 30° de temperatura, de agua cristalina y que parece estar cargada de sales de cal.

La capa de agua en Callejones está á 6<sup>m</sup>.50 en Callejones de arriba y á 3<sup>m</sup>.40 en Callejones de abajo, su temperatura es de 22° á 23° y se le encuentra entre lechos de arena; en las sequías prolongadas, descende su nivel.

Siguen tres análisis proporcionados todos por la Estación Agrícola Experimental. La noria de San Balandrán que está en Callejones de abajo, la noria Municipal en Callejones de arriba, y del agua de esta misma noria en el depósito de la Ciudad de Rioverde después de un trayecto como de 4 kilómetros entre un tubo de barro.

## Análisis físico

|                | San Balandrán             | Noria Municipal | Depósito en la ciudad |
|----------------|---------------------------|-----------------|-----------------------|
| Reacción.....  | Neutra.....               | Neutra....      | Neutra.               |
| Color.....     | Ligeramente<br>ambarino.. | Cristalino.     | Cristalino.           |
| Sabor.....     | Bueno.....                | Bueno....       | Bueno.                |
| Olor.....      | Ninguno.....              | Ninguno..       | Ninguno.              |
| Temperatura... | 22° C.....                | 22° 5 C....     | 21° C.                |

## Análisis químico

|   |                       |                       |                       |
|---|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
| Dureza total.....   | 23°h.                 | 17°h.                 | 17°h.                 |
| Dureza temporal.....  | 7°h.                  | 2°h.                  | 3°h.                  |
| Dureza permanente.....  | 16°h.                 | 15°h.                 | 14°h.                 |
| Permanganato gastado para oxidar la materia orgánica (sol. ácid.).....  | 0 <sup>gr</sup> .0005 | 0 <sup>gr</sup> .0007 | 0 <sup>gr</sup> .0005 |
| Permanganato gastado para oxidar la materia orgánica (sol. alcal.)..... | 0 .0040               | 0 .0004               | 0 .0006               |
| Oxígeno gastado para oxidar la materia orgánica (sol. ácid.).....       | 0 .0001               | 0 .0002               | 0 .0001               |
| Oxígeno gastado para oxidar la materia orgánica (sol. alcal.).....      | 0 .0010               | 0 .0001               | 0 .0001               |
| Materia orgánica (solución ácid.).....                                  | 0 .0009               | 0 .0002               | 0 .0009               |
| Materia orgánica (solución alcal.).....                                 | 0 .0039               | 0 .0008               | 0 .0011               |
| Anhidrido carbónico total..   | 0 .0507               | 0 .0750               | 0 .1795               |
| Anhidrido carbónico libre..   | 0 .0098               | 0 .0277               | 0 .0099               |
| Acido sulfúrico.....  | 0 .1059               | 0 .0327               | 0 .0248               |
| Cal.....  | 0 .1077               | 0 .0708               | 0 .0836               |
| Magnesia.....   | 0 .0124               | 0 .0083               | 0 .0069               |
| Carbonato de cal.....   | 0 .0927               | 0 .1030               | 0 .1339               |
| Sulfato de cal. ....  | 0 .1400               | 0 .0280               | 0 .0210               |



|                           |                       |                       |                       |
|---------------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
| Sulfato de magnesia ..... | 0 <sup>gr</sup> .0375 | 0 <sup>gr</sup> .0250 | 0 <sup>gr</sup> .0128 |
| Residuo á 110° .....      | 3.6000                | 0.2800                | 0.2100                |
| Acido nitroso .....       | 0.0000                | 0.0000                | 0.0000                |
| Acido nítrico .....       | 0.0000                | 0.0000                | 0.0000                |
| Azoe amoniacal .....      | 0.0002                | 0.0001                | 0.0007                |
| Azoe orgánico .....       | 0.0001                | 0.0001                | 0.0002                |
| Cloro .....               | 0.0337                | 0.0227                | 0.0249                |
| Hidrógeno sulfurado ..... | 0.0000                | 0.0000                | 0.0000                |
| Potasa .....              | 0.1266                | 0.0067                | 0.0212                |
| Sosa .....                | 0.0427                | 0.0030                | 0.0030                |
| Acido fosfórico .....     | 0.0016                | 0.0002                | 0.0002                |

No es posible dar datos ni formarse idea sobre las lluvias que abastecen estas comarcas y comparar con el gasto del río y las fuentes y los manantiales, por carecer casi por completo de estaciones meteorológicas; hasta en la actualidad en Rioverde, la Estación Agrícola Experimental está haciendo observaciones y como aun está en vías de formación, en los pocos meses que lleva de registros de lluvias faltan otros como los de evaporación, que debe ser muy activa como hacen suponerlo la alta temperatura y las lluvias que no son muy abundantes en la comarca. Pongo á continuación un cuadro de temperaturas y lluvia, debido también á la Estación Agrícola Experimental.

|       |                 | Temperatura<br>media<br>mensual<br>—<br>—<br>o | Cantidad<br>de<br>lluvia<br>—<br>—<br>mm |
|-------|-----------------|--|--|
| 1907. | Agosto.....     | 19.4   | 45.9                                     |
|       | Septiembre..... | 24.3   | 54.7                                     |
|       | Octubre .....   | 20.9   | 30.7                                     |
|       | Noviembre.....  | 18.5   | 31.0                                     |
|       | Diciembre.....  | 12.8   | 23.5                                     |
| 1908. | Enero .....     | 15.8   | 53.5                                     |
|       | Febrero.....    | 17.8   |  |
|       | Marzo .....     | 20.7   |  |



*Abastecimiento de agua.*—El abastecimiento de agua puede hacerse por medio de pozos profundos y pozos no profundos.

*Pozos profundos.*—Los pozos profundos pueden ser brotantes ó artesianos y no brotantes. Los pozos con aguas brotantes pueden obtenerse en una pequeña extensión del valle al N.W. de la parte estudiada, y marcada en el plano adjunto como zona probable de aguas brotantes, necesitándose hacer como 300 metros de perforación. Los no brotantes serán más numerosos y pueden perforarse con buen éxito en una mayor extensión, quizá en todo el valle, pero necesitarán del establecimiento de bombas para la extracción del agua.

Según nos lo indica el corte geológico correspondiente, anexo al plano, un taladro después de atravesar la capa delgada de tierra vegetal y la costra de travertino, probablemente encontrará la rhyolita en algunos lugares, después la caliza y luego las pizarras inferiores. Contando con estos elementos, vamos á analizar las probabilidades que existan para que el agua sea brotante. En su obra clásica Mr. Chamberlin <sup>1</sup> dice, que se necesita:

- 1.º Un estrato permeable para permitir la entrada y paso del agua.

- 2.º Un lecho impermeable inferior para evitar el escape del agua hacia abajo.

- 3.º Un lecho impermeable superior para evitar el escape del agua hacia arriba.

- 4.º Una inclinación de estos lechos, de tal manera, que

---

1 T. C. Chamberlin. The requisite and qualifying conditions of artesian wells. Fifth Annual Report U. S. Geol. Survey.

el nivel del afloramiento de la capa en que el agua entra sea más alta que la boca del pozo.

5.º La zona superficial de infiltración debe estar de manera de recibir una cantidad de agua suficiente.

6.º Una cantidad de lluvia suficiente para suministrar este abastecimiento en la zona superficial de infiltración, y

7.º Ausencia de cualquier escape para el agua á un nivel inferior de la boca del pozo.

La primera condición la encontramos satisfecha; siendo la caliza nuestro medio permeable, que posee una permeabilidad en grande á causa de las múltiples litoclasas y á la no exacta adaptación de los estratos, producido todo esto, como nos lo dicen los Sres. Aguilera y Ordóñez,<sup>1</sup> á la falta de elasticidad cuando la presión lateral que determinó el carácter orogénico de la formación caliza en anticlinales y sinclinales de que ya se ha hecho referencia al hacer la descripción geológica de la región; y después á los fenómenos de disolución de la caliza por las aguas cargadas de ácido carbónico.

Mr. Chamberlin dice en su obra ya citada, que “esta acción se ejerce, principalmente, por las aguas superficiales, y antes de penetrar éstas profundamente, se ha agotado ya su poder disolvente,” y adelante dice: “sin embargo, las perforaciones hechas en las calizas que han sido alguna vez expuestas á esta acción superficial y por consiguiente fisuradas y canalizadas y después cubiertas bajo un manto grueso de limo cuaternario, tienen algunas veces éxito. No pocos pozos brotantes se han

---

1 Aguilera y Ordóñez.—Los derrumbes de Santa Catarina, *Diario Oficial* 16 de Enero de 1896.

derivado de esas calizas," y las muestras estuvieron expuestas desde la época de su emergencia, y el cretácico superior, hasta el plioceno que fueron cubiertas por las rhyolitas y después éstas por la costra de travertino y los sedimentos actuales; y estos dos factores reunidos, las múltiples litoclasas y lo cavernoso de las calizas, nos aseguran la existencia del medio permeable.

La segunda también la tenemos satisfecha, puesto que se ha visto que las calizas están soportadas por las pizarras.

La tercera que es aún más importante que la anterior, como lo sugieren autoridades como Chamberlin y Laparent, necesita mucha atención. Nuestro medio permeable está cubierto superiormente por la corriente rhyolítica. Las rhyolitas pueden considerarse en parte como impermeables, especialmente donde adquieren un gran espesor, y en parte pueden ser también de permeabilidad en grande, por las diaclasas y paraclasas que pueden existir, y en algunos casos estas rhyolitas aun pueden faltar en algunas de las partes superiores de las ondulaciones de las calizas, de una manera semejante á como se observa en los pliegues de las sierras.

Si la corriente rhyolítica en el subsuelo del valle fuera continua y gruesa, casi tendríamos asegurado que el agua sería brotante, dadas las demás condiciones. Pero ya se dijo que el manantial de la Media Luna aparece en el valle como á 9 metros sobre la Ciudad de Rioverde, y la salida es una caverna formada de caliza estratificada, como se ve á través de la masa de agua, es decir, aquí se ve que la rhyolita no es continua. El río que surca el valle que es el único tajo que existe, camina sobre arena y sobre el travertino, en su mayor extensión,

sin dejar ver la formación inferior; sólo al salir del valle, donde adquiere fuerte pendiente va sobre la rhyolita, y por lo mismo en el valle, que es la parte esencial, no nos suministra datos para fijar de una manera precisa, si esta cubierta se puede considerar continua, y como sólo podemos compararla á lo que se observa en los límites del valle al W. y al E., se puede decir que no es continua.

Podíamos deducir el carácter de esta cubierta si poseyéramos datos de lluvias y de evaporación en el valle y en la cuenca del río, para comparar con los gastos de todos los manantiales y el del río al salir del valle, para ver qué cantidad de agua pudiera aparecer en el lecho del río y deducir su procedencia; porque si el agua artesiana ascendiera por algún lugar donde faltara la rhyolita, hasta la costra de travertino, que ya se dijo es gruesa y extensa, y siguiera un trayecto, quizá largo, por entre esa costra, no sería extraño que perdiera su temperatura de agua artesiana; y por eso el agua, al llegar al canal del río, ya no se manifiesta como manantial termal, pero carecemos de todos esos datos con los que podríamos conjeturar sobre la procedencia del exceso, si lo había, dadas las relaciones de lluvias con las aguas consumidas por la vegetación y la evaporación.

El mismo caso podría suceder si la rhyolita, siendo continua, estuviera sembrada de paraclasas que permitieran el escape de toda el agua con presión hasta el travertino y allí se extendiera y perdiera su temperatura de agua artesiana.

La 4.<sup>a</sup> está satisfecha como lo muestra el corte referido: al W. el valle está limitado por anticlinales que se levantan hasta 500 metros con gargantas á 150 y 200

metros sobre el valle, y al E. también por un anticlinal que se levanta hasta 200 metros y á uno y otro lado siguen los pliegues cada vez más elevados.

La 5.<sup>a</sup> y la 6.<sup>a</sup>, también se encuentran satisfechas, al N. y W. hay extensos afloramientos de la caliza, y donde, presumiendo por el cuadro de lluvias dado antes, ésta debe bastar para alimentar el medio permeable.

La 7.<sup>a</sup> no es forzoso que se verifique en la forma expresada anteriormente, sino que Mr. Daubrée<sup>1</sup> nos la expresa mejor, diciendo "que el agua será brotante si la boca del pozo está bajo la superficie piezométrica."

Tenemos otro dato que señala Mr. I. C. Russell,<sup>2</sup> quien hablando de las indicaciones superficiales para la existencia del agua bajo presión ó brotantes, dice: "La presencia de condiciones artesianas es más frecuentemente inferida de la estructura de una cuenca, pero la confirmación de la suposición de que existe el agua bajo presión, puede frecuentemente tenerse de la presencia de fuentes termale," y nosotros tenemos: al S.E. de la Media Luna, Ojo Caliente, pequeño manantial con 30° de temperatura, y fuera del valle, al W., y muy cerca de San Sebastián, Ojo Caliente de San Sebastián, manantial abundante con 31° de temperatura.

En vista de todo lo anterior, vemos que: de todas las condiciones indispensables requeridas para la existencia del agua bajo presión, sólo la 3.<sup>a</sup> es dudosa, y por consecuencia es mayor el número de probabilidades que existen para que el agua subterránea sea brotante; especialmente al N.W. de Rioverde; porque al S.W. mu-

---

1 A. Daubrée.—Les eaux souterraines à l'époque actuelle.

2 I. C. Russell.—Preliminary report on artesian basins in Southwestern Idaho and Southeastern Oregon.—Water Supply and Irrigation paper, núm. 78.



chas de las aguas infiltradas en las calizas de la sierra y que pudieran aumentar la presión del agua inferior, son drenadas por los canales subterráneos que desaguan por la Media Luna, y para esta región hemos calculado la profundidad aproximada de 300 metros; porque suponemos que las calizas siguen el carácter ondulado, y dado el echado en sus afloramientos últimos como en los cerros de los Melones, la profundidad á que se encontrarán las pizarras no distará de los 300 metros en esa región; por el E. de Rioverde éstas se encontrarán más bajas probablemente, puesto que estas calizas se aproximan al cretácico superior ó división Cárdenas.

Pero las aguas de estos pozos profundos, brotantes y no brotantes, estarán cargadas de sales de cal, puesto que toda su circulación tiene que haber sido entre las calizas, y lo probable es que el agua no sea potable, y por lo mismo inconveniente para la alimentación de los habitantes, dado el alto grado hidrotimétrico que en la localidad tienen todas las aguas que han circulado extensamente entre las calizas; á menos que de una manera muy casual, el taladro tropezara con alguna paraclasa de la rhyolita en la que el agua hubiera tenido un trayecto extenso, suficiente para que éstas, en su continuado movimiento ascendente, fueran depositando sus sales de cal en los respaldos de la paraclasa y así, empobreciéndose hasta llegar á ser potables; pero esto sería como, se ha dicho, muy casual.

*Pozos no profundos.*—Los pozos no muy profundos que se hagan de Callejones hacia San Diego y al pie de toda la sierra del W. del valle, suministrarán agua potable, y en general, todos los que sus aguas no hayan tenido una extensa circulación entre las calizas. Debien-

do tenerse gran cuidado al cavar un pozo de éstos de que en sus cercanías no existían letrinas, albañales y alguna vez algún cementerio y demás focos de infección para evitar que se contaminen las aguas, debiéndose hacer lo posible por establecer filtros apropiados para estar más seguro de la pureza de dichas aguas.

## SEGUNDA PARTE

---

*Geografía.*—El valle de San Ciro y Arroyo Seco, está comprendido entre los paralelos  $21^{\circ}45'$  y  $21^{\circ}25'$  de latitud Norte, y los Meridianos  $0^{\circ}45'$  y  $0^{\circ}30'$  de longitud W. de México. Se extiende de N.W. á S.E. como unos 28 kilómetros y su anchura es como de 12 kilómetros á una altura media sobre el nivel del mar de 920 metros.

En este valle se encuentra el pueblo de San Ciro en su parte septentrional, que pertenece al Distrito de Rioverde, S. L. P., y el de Arroyo Seco en su extremidad Sur, del Distrito de Jalpan, Estado de Querétaro. Está comprendido entre dos sistemas de montañas que corren de N.W. á S.E.; el sistema del W. se extiende mucho al N.S. y W. y es prolongación S. de la Sierra del Jabalí en Rioverde.

Como ya se dijo, al N. se encuentran los valles estrechos de San Sebastián y San José del Tapanco que lo separan del de Rioverde; al E. siguen los valles profundos y escarpados que forma el río Verde; al Sur los muy profundos que forma el lecho del río de Santa María, y al W. se extiende la sierra.

No existe ninguna corriente superficial que lleve agua siquiera algunos meses del año. Los torrentes que bajan



del W. y S.W. en las lluvias, al llegar al valle, se amortigua su corriente y se convierten en talwegs que terminan en las diferentes lagunas de que se hablará después.

Este valle, por su producción, puede dividirse en tres partes: una parte muy plana de tierras muy negras y muy gruesas, otra parte que en los años de grandes lluvias se convierte en lacustre y pantanosa, las dos notables por la abundancia de sus cosechas y la tercera pedregosa y casi nada utilizable.

*Geología.*—Las rocas que existen son sedimentarias y eruptivas. Las sedimentarias son calizas, margas y sedimentos actuales, y las eruptivas son rhyolitas y basaltos.

*Calizas.*—Las calizas del Cretáceo medio<sup>1</sup> son las mismas de que se trató al hablar del valle de Rioverde, forman todas las serranías y cerros aislados; son compactas, fosilíferas; tienen multitud de grietas, de resumideros, de cavernas y hasta derrumbes extensos.

*Margas.*—Las margas cubren á las calizas en los cerros del S.W. del valle y algunos del E.

*Sedimentos.*—Los sedimentos actuales cubren la parte N.W. del valle, la S.E. que forma el lecho del Arroyo Seco y está llenando la parte lacustre.

*Rhyolitas.*—Las Rhyolitas sólo se ven entre la sierra del W. formando una capa delgada, y por lo mismo muy alterada, que cubre algunas cañadas, pero en el valle ya no vuelve á aparecer, lo mismo que por el N., el W. y el S.

*Basalto.*—El “Basalto de plagioclasa, con plagioclasa, augita (de titanio?) y olivino en vidrio obscuro,” según

---

<sup>1</sup> Aguilera y Ordóñez.—En los derrumbes de Santa Catarina.

clasificación del Sr. Dr. P. Waitz, aparece desde la esquina N.W. del valle en forma de una corriente hasta un poco al Sur de San Ciro; allí se extiende cubriendo toda la anchura del valle y se levanta formando las lomas de Galván á un poco más de 1,000 metros sobre el nivel del mar; sigue al S.E. pasando por Arroyo Seco hasta Concá; y de allí sigue formando el lecho del río de Santa María, obligando á la corriente á cavar su cauce algunas veces entre el contacto del basalto y la caliza, y otras en el basalto solo.

De puerto Martínez al Sur, el basalto forma una especie de dique á las aguas, obligando á todos los talwegs á reunirse para dejarse atravesar por ellos en un solo punto, donde los efectos mecánicos de las corrientes han formado un arroyo con saltos y hoyos en su lecho, que en la localidad utilizan como depósitos de agua llamados albercas. Allí se ve al basalto formando capas horizontales hasta de 3 metros de espesor, semejando una estratificación en bancos.

El pueblo de Arroyo Seco está á la mitad de la cañada entre los cerros de la Cantera al W. y los cerros de la Sanguijuela al E., todos de calizas. La corriente basáltica ocupa de Arroyo Seco al W. hasta el pie de los cerros de la Cantera; de Arroyo Seco al E. el piso es todo de acarreo transportado por el arroyo en sus avenidas.

Al Sur de Arroyo Seco la cañada se estrecha y toda viene á estar ocupada por la corriente basáltica; aquí está la bajada al río de Santa María á 580 metros de altura sobre el nivel del mar. En el brusco descenso del arroyo al río se ve el basalto muy desgarrado formando agujas, columnas y acantilados inaccesibles, algunos

hasta de más de 100 metros de altura, y como desde Arroyo Seco hasta el río existe el basalto, puede asignarsele aquí un espesor entre 350 á 400 metros.

Al traspasar el anticlinal oriental que limita al valle, por la mayor parte de los lechos de las barrancas se continúa la corriente basáltica, teniendo en algunos lugares unos pocos de metros de ancho y limitada á uno y otro lado por la formación caliza, que se levanta en algunos lugares formando escarpados muy elevados. Así está en dirección de Vaqueros y en dirección de Lagunillas y Pinihuán; y de allí á Rayón hasta Tablas, al N.W. de Cárdenas. Es decir, á unos 50 kilómetros de San Ciro y á unos 1,150 metros de altura.

Pinihuán es una vega del río Verde que tiene como 500 metros de ancho, toda está cubierta por el basalto, en un punto la corriente tiene como 25 á 30 metros de anchura, de allí se recoge y ha cavado su cauce ya profundo entre el basalto, estrechándose tanto, que subiéndose á una pequeña loma, desaparece el río y sólo se ve una faja ondulada más obscura entre las piedras casi negras del basalto; allí se pasa el río por un puente que sus estribos no distarán ni cinco metros uno del otro.

De las calizas se obtienen cal solamente, y aunque existen bancos de mármol, éstos para nada se les tiene en cuenta.

Del basalto se tiene un buen material de construcción; en San Ciro obtienen de los lechos inferiores, es decir, de los del contacto con la caliza, losas grandes ni muy pesadas, ni muy duras.

Al S.W. de Arroyo Seco, en el cerro de la Cantera, existe una toba basáltica que también se usa como material de construcción; un poco al Sur de este yacimien-

to se han extraído entre la caliza algunas galenas; pero aquello está cubierto de vegetación y tierra vegetal y derrumbado el punto preciso, lo que no permite ver nada.

El agua en la comarca tiene cuatro orígenes: 1.º y principal, agua de lluvia estancada en depósitos; 2.º, agua de pozos poco profundos; 3.º, agua de manantiales, y 4.º, agua de manantiales de cavernas de curso temporal.

*Agua de lluvia.*—El agua de lluvia se conserva en depósitos públicos llamados albercas y en depósitos particulares llamados aljibes; cada casa tiene el suyo, los más están en el basalto revestido con mezcla.

*Pozos.*—En San Ciro hay muy pocos pozos; yo ví uno cercano á la población, propiedad del Sr. Pedro López, está en la orilla N.W. de la laguna del Quelital con el agua á 7<sup>m</sup>.50 de la superficie, con una temperatura de 20°, es potable; este pozo probablemente es alimentado por una lente muy reducida de arena, porque á unos 10 metros de distancia, no han encontrado el agua á una profundidad de 15 metros y con una extracción activa se agota. Entre la tierra vegetal al W. de San Ciro, sí hay varios pozos, pero aun aquí, sólo en muy reducidos casos constituyen una fuente de abastecimiento de agua, á pesar de ser potable y estar á 5 ó 6 metros de profundidad.

En Arroyo Seco los pozos sí constituyen la fuente principal de abastecimiento de agua después de la de depósitos. Al S.E. del pueblo hay varios pozos, uno en la orilla E. del lecho del arroyo con agua á 8 metros y 20° de temperatura; más al E. de este pozo hay otros tres con agua entre 7 y 9 metros de profundidad, todos

se agotan en las sequías. Están alimentados por lechos arenosos permeables entre capas de conglomerado y limos.

En San Rafael existen dos norias que producen bastante agua, están en el arroyo S.E. de la laguna de Patos, al pie del cerro, la capa freática está á 28 metros de profundidad, la temperatura del agua es de 22°. Estos pozos atraviesan primero una capa de tierra vegetal como de 10 metros y después siguen entre las margas en las que vienen los lechos acuíferos; á unos 5 metros más abajo está la roca caliza compacta, como se ve en dos norias distantes de las anteriores unos 50 metros.

*Manantiales.*—En San Ciro, como á unos 500 metros al Sur, existe el Ojo de Agua de Santiago, una fuente entre las grietas del basalto frente á la laguna del Quelital que la mayor parte de sus aguas se va por entre la tierra que cubre aquello. Existen obras y ruinas de que antes el agua salía al exterior y era aprovechada en varios usos; en la actualidad el agua se encuentra en dos pozos á 5 metros de profundidad de la superficie con una temperatura de 23°, potable, y sólo una gran necesidad hace que la autoridad y el pueblo se ocupen de esta fuente.

Por Arroyo Seco, sólo en Sanguijuela existe un pequeño manantial; también el agua va entre el basalto sirviéndole de lecho una arcilla plástica que separa el basalto del conglomerado compuesto de guijarros de caliza, arena y caliche; este manantial sí es aprovechado por los moradores en todo tiempo, su temperatura es de 20° y su altura sobre Arroyo Seco es de 80 metros.

En el valle, estos son los únicos manantiales constantes. En la parte Norte los moradores se proveen de agua



de Bielma; estos manantiales están fuera del valle, casi en la orilla del río de Calabazas; van entre la caliza, son constantes, de agua muy cristalina, con una temperatura de 23°5, deben estar cargadas de sales de cal, á su salida forman los pantanos del Tule y de Cocolixtle; hasta este lugar llegan á ir por agua en las grandes sequías, los habitantes de San Ciro.

En la parte S.W., los habitantes del Sótano y las cercanías se proveen de agua en la estación seca, del Limoncito, manantial que aparece entre el basalto y las margas calizas, ya en la brusca pendiente del río de Santa María.

Los Pericos son tres manantiales de agua potable que existen en el lecho del río de Santa María, al pie de la bajada de Arroyo Seco; estos manantiales probablemente son las salidas de las aguas subterráneas que se han infiltrado en la mayor parte del valle, especialmente en las cuencas de los arroyos que pasan á uno y otro lado del pueblo de Arroyo Seco.

El más abundante de estos manantiales, está bañado por las aguas del río, y cuando éste lleva sus aguas turbias, como cuando estuve allí, se ve claramente emerger el manantial con sus aguas cristalinas.

En la extremidad Sur del valle y fuera de él, existe el Nacimiento de Concá, es un manantial abundante, sus aguas están cargadas de sales de cal; por todos los canales que corre, se ha formado una capa dura de travertino; este manantial debe ser semejante en su formación y composición á los de la Media Luna y Ojo de agua en Rioverde.

*Manantiales de cavernas de curso temporal.*—Los manantiales de cavernas de curso temporal, son varios;

por muchos lugares al pie de las serranías y entre sus gargantas aparecen manantiales en las grandes lluvias; pero uno de los principales y casi notable, es el del Encantado: Es una caverna que está como á 3 kilómetros del llano en el cañón de la Tinaja de la sierra del W.; su dirección es de 35° N.W. y 85° echado al S.W.; la boca está algo estrecha, aunque este estrechamiento debe ser aparente y consistir en que los enormes blocks derrumbados, se han cimentado y unido con la caliza que se desprende de las aguas al salir al exterior; á unos 5 metros adentro, la caverna se ensancha irregularmente, tiene agua constantemente como á unos 25 metros de profundidad hasta donde llegan á ir por ella en las prolongadas sequías; dicen que en los años de grandes lluvias el agua sale á torrentes por la boca y otros varios puntos entre los blocks, formando un río de agua que llega á la llanura y allí se extiende.

Como á unos 600 metros arroyo arriba, hay otro manantial temporal en el que se ve un grueso banco de travertino dejado por el agua y que muestra que en épocas pasadas debe haber sido abundante.

En esta región debe de haber existido en épocas anteriores, una gran cantidad de manantiales con aguas incrustantes, á juzgar por el número de restos, de una manera semejante á como existían en el Norte de Francia hace 2,000 años, según Gosselet.<sup>1</sup>

La manera como se han formado estos manantiales en cavernas, lo mismo que los resumideros de las lagunas y los derrumbes de que se hablará después, la encontra-

---

1 Gosselet. Les Nappes aquifères du Nord de la France. Bulletin de la Soc. Géologique de Belgique. Tomo II, pág. 39.



mos explicada por los Sres. Ings. J. G. Aguilera y Ezequiel Ordóñez en "Los derrumbes de Santa Catarina," derrumbes verificados en la formación caliza al N.E. del valle de San Ciro y Arroyo Seco.

*Régimen lacustre.*—Como ya se ha dicho, el valle está limitado por dos sistemas de montañas paralelos, es decir, ocupa el eje de un sinclinal llenado con sedimentos actuales y la poderosa corriente basáltica. Todas las aguas de entre la sierra del W. y del S.W. al llegar al valle, amortiguan su corriente, y como el anticlinal del E. no les da salida exterior, se forma el sistema lacustre de que se ha hecho referencia, constituido por las lagunas del Quelital y de Patos, como principales, y como secundarias la de Concá, el Charco del Milagro, la laguna del Tepeguaje, la lagunita del Aire y otras.

Estas lagunas sólo se forman en los años de grandes lluvias y son una bendición para la comarca, porque les proporciona agua para muchas de sus necesidades, especialmente para sus animales y les da humedad para las siembras que hacen á la orilla de las lagunas á medida que disminuye el agua, y también porque es señal de que han tenido una cosecha abundante y por lo mismo hay prosperidad en la región.

La laguna del Quelital está limitada al N.W., W. y S. por las corrientes basálticas que le forman paredes de 6 á 10 metros de altura. Del lado E. y N. está limitada por la formación caliza en la que hay varios resumideros que no dejan subir el agua después de cierto nivel, uno con especialidad es el más grande y la autoridad tiene que vigilar que esté tapado con mezcla y piedra para evitar que se desagüe la laguna. El piso está cubierto

por una capa gruesa de tierra vegetal y limo que lo hacen impermeable.

La laguna de Patos es semejante; del lado W. está el borde de basalto que quizá encontró la masa de agua y no pudo avanzar. Al N.E. y S. está la formación caliza.

Al Sur, al pie de los cerros de caliza, existe un resumidero entre los estratos, en el que se puede meter la mano; las capas calizas tienen una dirección de  $40^{\circ}$  N.W. y  $20^{\circ}$  echado al N.E. Rodeando el resumidero, el propietario ha construido una especie de torre ó paralelepípedo de cuatro caras de mampostería que se eleva como á 6 metros con una ranura cubierta con un tablón; este tablón que le sirve de compuerta, tiene el objeto de dejar inundada ó desaguar la laguna á voluntad. El lecho de esta concavidad está llenándose de limos.

Las demás lagunas son depresiones pequeñas en la capa basáltica de poca importancia, que reúnen agua, alrededor de las que hay algunas chozas.

En el Sótano hay varios resumideros entre el basalto, que no son otra cosa que grietas formadas al tiempo del enfriamiento de la roca en su parte terminal; por las que el agua penetra á la formación caliza donde sigue su curso al río de Santa María, apareciendo en el Limoncito entre el basalto y las margas calizas.

*Hundimientos.*—La laguna de Concá, al N. de Arroyo Seco, es distinta en su formación de las anteriores; ocupa el hueco de un hundimiento en la caliza, semejante al derrumbe descrito por los Sres. Aguilera y Ordóñez; de este derrumbe sólo existen los bordes superiores de las paredes, que al N. y S. se han mantenido acantiladas, porque están formados por caliza compacta y cuya

altura es de 12 metros; al E. el borde está desnudo, apareciendo como una ondulación del terreno cubierta de tierra vegetal, y del lado W. está la corriente basáltica que fué detenida hasta allí cuando no se había verificado el hundimiento y aquello era una colina terminal de calizas por donde existía la desembocadura de una caverna que daba salida á aguas cargadas de carbonato de cal.

En esta cavidad se reúnen las aguas de una pequeña cuenca, cuyo mayor nivel está limitado por las paredes calizas del N. y S., teniendo por lechos los limos que han rellenado la cavidad.

A unos 800 metros al N.E. de San Ciro, sobre el eje del anticlinal que limita al valle, existen dos hundimientos más recientes que el de la laguna de Concá. En la localidad les llaman las joyas ó los volcanes; son dos especies de conos huecos con la base hacia arriba, contiguos, el mayor es el del N.W.; tendrá 100 metros de profundidad y un diámetro de menos de 200 metros; el del S.E. tiene sus paredes ya más abiertas y su profundidad es menor; pero se sujetan en todo á las observaciones de los Sres. Aguilera y Ordóñez en "Los derrumbes de Santa Catarina."

Transcribo aquí algunos párrafos de dicha Memoria, que explican de una manera muy fundada, varios fenómenos en relación con los manantiales en cavernas, los resumideros de las lagunas y los derrumbes de que acabo de hablar.

"La cadena que ha sido formada por plegamientos sucesivos paralelos, originados por fenómenos de presión lateral, que han dispuesto los elementos orográficos en series paralelas, cuyas direcciones dominantes son

10° N.W. y N.S. A consecuencia de estos plegamientos las capas se encuentran dislocadas y las hay enteramente verticales y con inclinaciones que varían entre 85° y 30° hacia el W. y el E., y puede verse ahora el desgaste de las crestas de los anticlinales, que más ó menos abiertos, coinciden con frecuencia con los elementos orográficos de la región.

“En el fenómeno de plegamiento de este grupo sedimentario poderoso formado de estratos de diferentes espesores y resistencias, éstos están sujetos á movimientos en que se pone en juego la plasticidad de la roca y es natural que no se produzca en todos, para una misma intensidad de presión, un plegamiento igual; sino que algunas capas menos plásticas, sufren una ruptura que da lugar á una falla, y ésta, á su vez, inicia la posibilidad de formación de una larga cavidad subterránea que venga á ser posteriormente, primero un receptáculo y después un trayecto para la fácil circulación de las aguas, recogiendo todas aquellas que se infiltran durante la estación de lluvias, por las numerosas grietas de las rocas que se han producido, como consecuencia de haber pasado el límite de elasticidad en cada uno de los estratos y de la no exacta é inmediata adaptación á las posiciones á que han sido llevadas por los plegamientos. Las aguas de infiltración, siguiendo los planos de estratificación y las numerosas grietas de que hemos hecho mención, ejercen en estas formaciones su acción destructora mecánica y química de una manera no interrumpida y esta agua arrastra mecánicamente la parte arcillosa de las pizarras y que disuelve el carbonato de cal de las calizas y cuya acción mecánica y química intensificada con el aumento de presión y la presencia de

substancias en disolución, se labra cada día canales de más fácil circulación en la masa misma de la montaña hasta alcanzar cavidades ó huecos originados ya por la formación de fallas, ya por los intervalos que dejan los estratos que no se aplican exactamente uno sobre otro.

“Acumuladas en estas oquedades las aguas, continúan su acción destructora sobre el fondo de esas mismas oquedades, á favor de la presión de las aguas y de su energía de disolución, nuevamente regenerada y aumentada por la atmósfera de ácido carbónico que cubre y se haya disuelto en parte en las aguas, todo lo cual tiene por efecto aumentar las dimensiones de las cavidades y determinar, como consecuencia forzosa, el debilitamiento de los bordes subterráneos que ensanchándose constantemente, sin disminuir de una manera notable su sobrecarga, llegan con el tiempo á la ruptura de equilibrio, y toda la masa de rocas que sobre ella descansaba, se desploma en unos casos súbitamente, en otros se derrumba de una manera lenta y gradual.....

“La presencia de cavidades longitudinales correspondiendo á las crestas de los anticlinales, y perfectamente indicados en el terreno por la existencia de hundimientos verificados en épocas pasadas, permitían al agua acumularse en grandes cantidades y facilitaban, por consiguiente, la apertura de canales inferiores que ponían en comunicación estas cavidades subterráneas con el río Verde adonde salían bajo la forma de manantiales, después de un trayecto subterráneo bastante largo.”

Al describir el derrumbe, objeto de su estudio, dicen:

“La cavidad tiene la forma cónica, elíptica, con paredes acantiladas que se aproximan á la vertical y gran-



des taludes en el fondo del lado N.W. y N., y hacia el Sur una oquedad que continúa por debajo del cerro y que indudablemente está ligada con manantiales que salen al río.

“Los hundimientos de Santa Catarina no han tenido lugar una sola vez, sino que el fenómeno se ha verificado muchas veces y en épocas remotas, pues que los vecinos de la región no tienen recuerdo de un fenómeno igual, pero las huellas dejadas en el terreno no son bastante numerosas, claras y geológicamente muy recientes. En un trayecto de 10 kilómetros y en dirección aproximada de N. á S., se cuentan más de diez hundimientos de forma circular más ó menos perfecta, que son de dimensiones iguales y aun superiores á las del que nos ocupa, algunos enteramente cerrados, en los cuales se recoge el agua de lluvia en el fondo, otros más ó menos abiertos y situados á diferentes niveles, pues los hay en la meseta que corona algunos cerros, en las cañadas y talwegs, etc., habiendo venido estos hundimientos á modificar, de una manera perceptible, la topografía de la región.”

La sucesión del ahondamiento del curso subterráneo de las aguas en las calizas de esta región, por efecto de la presión y de la acción disolvente del agua cargada de ácido carbónico, entre diaclasas y huecos dejados entre los estratos por la no adaptación entre ellos, debido á su desigual elasticidad cuando el plegamiento lateral; se ve claramente en la fuente que salía en la colina, caliza cuyo derrumbe formó la laguna de Concá. Esa fuente nos dejó sus restos en una costra de toba caliza que avanza hasta Arroyo Seco, porque como nos



dice Mr. Dupont: <sup>1</sup> “Pero cuando el curso de agua, encerrando á su vez sal disuelta, llega al aire libre al estado de fuente, el obstáculo al escape de gas en exceso no existiendo ya, la caliza se precipita, y se cría un montón de toba, forma bajo la cual la producción de la caliza tiene entonces lugar.”

La costra de toba cubre el conglomerado y el basalto como puede verse en los cimientos de la torre del templo y en el pozo más cercano al pueblo.

Pero la acción disolvente de las aguas, dicen los señores Aguilera y Ordóñez, “ensanchaba sus cavidades de depósito, trabajando incesantemente por alcanzar niveles más bajos.” Por eso la fuente dejó de salir en este punto y fué á aparecer en las Mesas donde dejó nuevos restos, no existiendo ya.

Estas fuentes desaparecidas no alcanzan por toda esta parte el cauce del río á pesar de estar tan próximo, sino que tienen que seguir la dirección N.W. á S.E. “de cavidades longitudinales,” y el contacto oriental de la corriente basáltica con la caliza y va á salir en la actualidad en el nacimiento de Concá; bella fuente semejante á la Media Luna y á la de Ojo de Agua de Solano de Rioverde, á unos 6 ú 8 metros sobre el nivel del río y á 524 metros sobre el nivel del mar, donde sigue depositando sobre el conglomerado el basalto y la tierra vegetal, la costra de toba caliza que depositan sus aguas.

*Abastecimiento de agua.*—El suelo del valle es una

---

<sup>1</sup> Les Phénomènes généraux des cavernes en terrains calcaireux et la circulation souterraine des eaux. Bull. de la Soc. Belge. Géol. Paléont. et Hydrol. Tomo VII, pág., 218.

caliza agrietada y cavernosa en sumo grado, surcada por ríos cercanos bajos y profundos que le sirven de canales de drenaje á las aguas superficiales y á las aguas subterráneas infiltradas en las calizas; estos canales son: el río de Calabazas y el río Verde que limitan al valle por el N.E. y el E. y pasan como á 100 metros abajo; y el río de Santa María al S., como á 400 metros de profundidad; en los que el agua subterránea se precipita apareciendo en sus riberas bajo la forma de manantiales y haciendo casi imposibles los pozos artesianos ó brotantes en el valle elevado.

El abastecimiento de agua en San Ciro puede hacerse dándole atención á la fuente del Ojo de agua de Santiago, ó por medio de pozos comunes, amplios y bien cuidados en el lado W. de la corriente basáltica, y en mayor escala, para abastecer no sólo á la población sino hasta para regar la fértil llanura, por medio de presas en los arroyos de La Tinaja y Codornices que ningún año dejan de bajar agua en las lluvias.

Para el pueblo de Arroyo Seco, no es de aconsejarse que se caven pozos del lado W., porque probablemente encontrarían la corriente basáltica muy gruesa. Del lado E. los pozos darían poco resultado, porque aunque se encuentran varios lechos acuíferos intercalados entre los limos y el conglomerado semejantes á los que alimentan los pozos actuales, suministrarán poca cantidad de agua por lo pequeño de la cuenca abastecedora, y la cantidad de lluvias que parece no es muy abundante; cantidad de agua que tal vez no compensaría los gastos de perforación y conservación que demandaría un terreno de tan poca consistencia. Para alcanzar la capa ascen-

dente de agua, de que nos habla Mr. François,<sup>1</sup> y que desagua por los Pericos, se tendrán que perforar unos 130 metros con resultados dudosos, porque probablemente se alcanzarían las calizas y ya se ha visto que el agua en estas calizas circula por grietas y cavernas longitudinales á las que se necesitaría llegar para encontrar bastante agua.

El establecimiento de galerías de captación en las calizas del E., sería muy costoso por varios motivos: 1.º, por la longitud que necesitarían tener; 2.º, porque siendo la roca compacta, el valor del cuele sería alto; 3.º, se tendría que revestir el piso de estas galerías con cemento, porque cada junta de los estratos sería un fácil conducto de escape á las aguas ya captadas, y 4.º, la conducción del agua por tubería ó canal de mampostería, á través del terreno calizo y del de acarreo; todo lo cual requeriría un gasto que el pueblo no podría soportar.

El único medio seguro y más económico es el establecimiento de una presa; parece que el lugar más conveniente está al S.W. y muy cerca del pueblo, donde existe un estrechamiento de la corriente, allí hay amplitud para el vaso, el suelo de basalto es impermeable en esa parte, como ya está probado, y se tiene á la mano material de construcción en abundancia. En la presa misma podría establecerse una división separada del conjunto del vaso por un filtro de arena que se mantendría tapado y en condiciones convenientes para evitar los perjuicios de cualquiera contaminación del agua.

Una gran parte de la cuenca abastecedora de esta co-

---

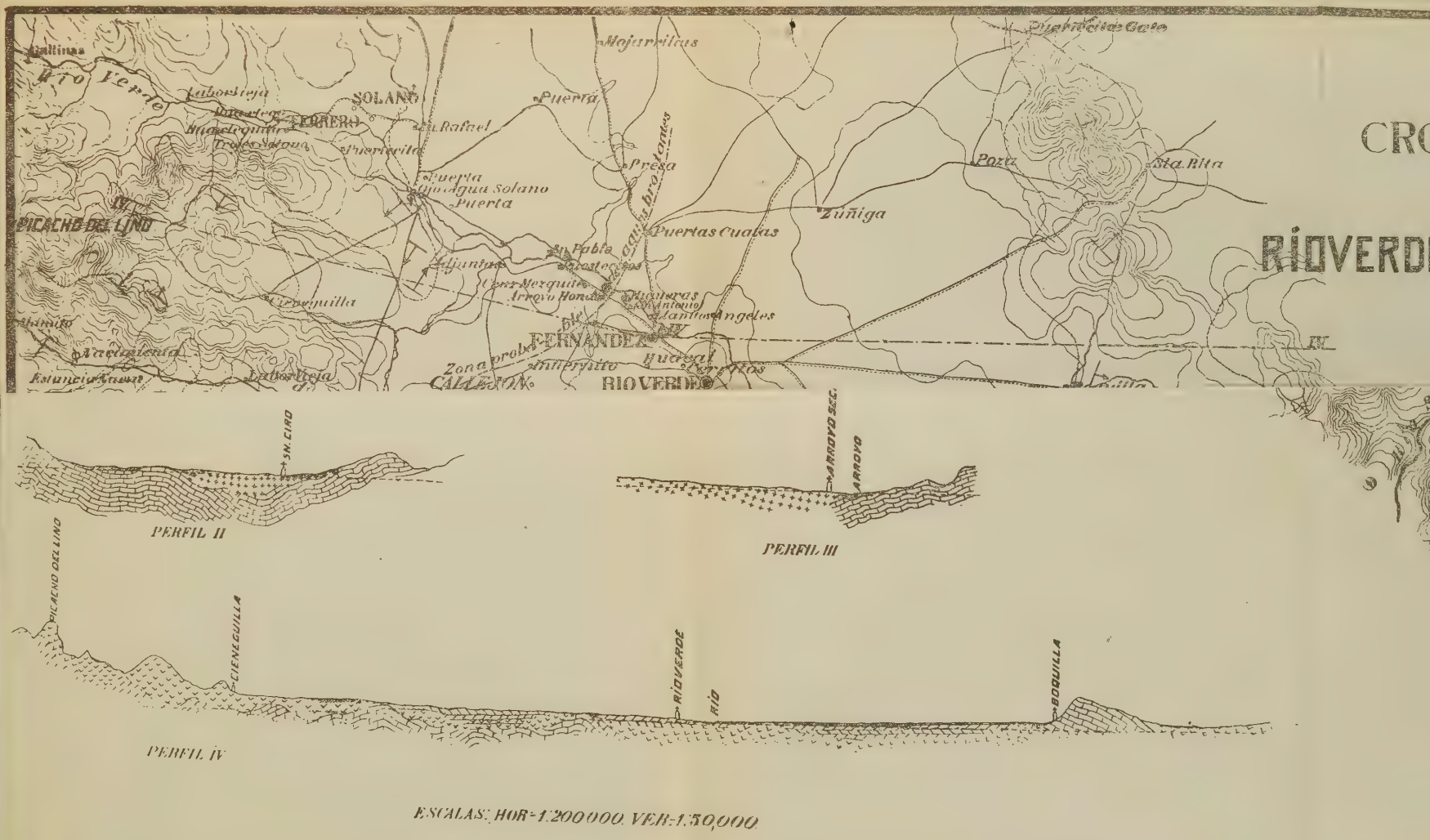
1 François.—Le régime des eaux de la région de Dombasle-sur-Meurthe. Bull. de la Soc. Belge de Géol. Paléont. Hydrol. Bruxelles. Tomo VII.

rriente, tiene por piso la formación basáltica, de manera que aun en los años algo escasos de lluvias, basta un aguacero para que el agua corra sobre su lecho impermeable y pueda alimentarse la presa, además de que la presa podría almacenar la cantidad suficiente para dos ó tres años de consumo de agua.

México, 1908.











PARERGONES

DEL

INSTITUTO GEOLOGICO DE MEXICO

---

**TOMO II.—NUMERO 9**



INSTITUTO GEOLOGICO DE MEXICO

---

DIRECTOR: JOSÉ G. AGUILERA

---

## HIDROLOGIA SUBTERRANEA

DE LOS

# ALREDEDORES DE PATZCUARO, MICHOACAN

POR EL INGENIERO DE MINAS

JUAN D. VILLARELLO



MEXICO

IMPRESA Y FOTOTIPIA DE LA SECRETARIA DE FOMENTO

Callejón de Betlemitas núm. 8

—  
1909



---

HIDROLOGIA SUBTERRANEA  
DE LOS  
ALREDEDORES DE PATZCUARO  
ESTADO DE MICHOACAN

POR EL INGENIERO DE MINAS JUAN D. VILLARELLO

---

A 25 kilómetros al Norte-Poniente de Pátzcuaro, en el Estado de Michoacán, se encuentra Zacapú; y á 20 kilómetros al Poniente de este pueblo se halla el llamado Carapan. En las cercanías de Zacapú, y hacia la hacienda de Buenavista y pueblos llamados Naranja y Tiríndaro, existen varios manantiales cuyas aguas descienden por lo que antes fué ciénega de Zacapú, terreno ahora completamente desecado por obras de canalización. Muy cerca del pueblo de Carapan, abajo del lugar conocido con el nombre de Cruz Gorda, se encuentran también varios manantiales cuyas aguas bajan por el río Duero para la ciudad de Zamora, y después para el lago de Chapala, en el Estado de Jalisco. Las aguas de los manantiales de Zacapú son utilizadas para usos domésticos y para el riego de terrenos; y las aguas de los manantiales de Carapan se emplean para el regadío, y también como fuerza motriz, aprovechando una caída en el río Duero, cerca de Zamora.



Recientemente se ha pensado utilizar una parte del agua contenida en el lago de Pátzcuaro, elevándola por medio de bombas para sacarla de la depresión ocupada por este lago, y regar con ella terrenos adyacentes. Con este objeto fué presentada á la Secretaría de Fomento la solicitud correspondiente, y desde luego se opusieron á la concesión de estas aguas: por una parte, los concesionarios de la desecación de la ciénega de Zacapú; y por otra, la "Guanajuato Power and Electric Co.," que aprovecha como fuerza motriz las aguas del río Duero, en la caída antes mencionada; y también el Sr. Francisco García, quien usa aguas del mismo río para el riego de terrenos de su hacienda llamada Santiaguillo. El motivo de estas oposiciones es la creencia de que, los manantiales de Zacapú y de la cuenca del río Duero, son alimentados por el agua del lago de Pátzcuaro. En vista de las oposiciones anteriores, la Secretaría de Fomento acordó se hiciera el estudio geológico de aquella región; y al efecto, la Dirección del Instituto Geológico Nacional me comisionó para hacer ese estudio, y resolver si existe ó no conexión subterránea entre el lago de Pátzcuaro y los manantiales de las cercanías de Carapan y Zacapú.

Para dar cumplimiento á la comisión con la cual fuí distinguido, me es honroso escribir las siguientes líneas.

#### Topografía

La cuenca del río Duero, así como la pequeña hondonada ocupada antes por la ciénega de Zacapú, están separadas de la depresión en que se encuentra el lago de Pátzcuaro por la sierra de Zinziro. Esta sierra se prolonga al Poniente por los cerros llamados: de los Amoles, del Tecolote y del Tule, situados al Sur, Sur-

Oeste y Poniente de Zacapú; y al Este continúa por los cerros de Comanja, hasta llegar á las elevadas cimas del Zirate. En las faldas de la sierra de Zinziro, y tanto al Norte como al Sur, se encuentran muchos conos volcánicos, agrupados á veces; y las lavas se extienden por el Norte en vastísimas corrientes, cubren una gran parte de las faldas de la sierra mencionada, llegan á los alrededores de Zacapú, y descienden por Cruz Gorda para el pueblo de Carapan. Al Sur de la sierra de Zinziro los conos volcánicos rodean al lago de Pátzcuaro, limitando la depresión ocupada por éste; y las lavas y tobas volcánicas constituyen el subsuelo del lago, y las varias islas que en él se encuentran.

La multitud de conos volcánicos que se hallan en las faldas de la sierra mencionada, hacen el terreno muy accidentado; y las vastas corrientes de lava han formado, por su reunión, una especie de banco muy extenso, en partes cubierto de vegetación y completamente desnudo en otras, como sucede en los lugares llamados Malpaís de Coeneo y Malpaís Prieto, situados éstos en los alrededores de Zacapú; y el Malpaís de Cruz Gorda, cerca de Carapan. Este banco de lavas, sobre el cual están situados multitud de cráteres, está surcado por valles angostos, se extienden de Zacapú para Carapan, y queda limitado hacia el Sur por las faldas de la elevada sierra de Zinziro.

Al Norte-Poniente de Pátzcuaro, la sierra anterior se levanta con rapidez, para descender luego con menor pendiente hacia Carapan y Zacapú; y las cimas y crestas de esta sierra alcanzan notables elevaciones. En efecto, tomando como origen la altura de las aguas del lago de Pátzcuaro sobre el nivel del mar, que es 2,050 me-

tros, el Zirate se eleva á 920 metros sobre el lago, los cerros de los Amoles á 860, el volcán de Arena á 540, el llamado La Caja á 960, el cerro del Tecolote á 1,350, y el del Tule á 1,240 metros. Entre estas cimas elevadas se encuentran algunas mesetas, generalmente poco extensas, y entre las cuales mencionaré la de Zinziro, á 350 metros sobre el nivel del lago. Hacia el Norte la sierra descende, como he dicho, para Zacapú y Carapan, lugares que se encuentran 60 y 70 metros más bajos que el lago de Pátzcuaro.

Como se ve, la sierra que separa al lago de Pátzcuaro de los lugares llamados Zacapú y Carapan, es una barrera accidentada, considerablemente ancha, 20 á 30 kilómetros, y que alcanza alturas variables entre 300 y 1,350 metros sobre el nivel de las aguas del lago de Pátzcuaro.

#### Geología

Toda la región de que me ocupo está constituida por rocas eruptivas de dos edades diferentes. Las más antiguas son rocas andesíticas terciarias, y las otras son rocas basálticas modernas. Las andesitas son augíticas de hiperstena, compactas, de color gris obscuro en los cerros de los Amoles, y gris claro ó rojo en los cerros del Tecolote y de Zinziro. Las rocas basálticas son labradoritas y basaltos pobres de olivino, de colores oscuros, gris ó negro. Cubriendo en parte á los basaltos se encuentran brechas y tobas volcánicas, de color rojo las primeras, y amarillas ó blancas las segundas. Estas tobas, con ligera pendiente hacia el Norte, se encuentran sobre los basaltos en la bajada del rancho Tinicuicho para el pueblo de Tirindaro, y en las cercanías de Zacapú.

Debido á su rápido enfriamiento, las lavas están divididas en masas irregulares; y otras veces, por su mayor fluidez, pudieron extenderse en corrientes que muestran en su superficie las ondas del escurrimiento.

Las andesitas augíticas de hiperstena constituyen la parte antigua de la sierra de Zinziro, ó sea la porción central de la ancha barrera que separa la depresión de Pátzcuaro de las cuencas de Zacapú y del río Duero. En efecto, se encuentran las andesitas: en el Pico de Zirate, en los cerros de Comanja, en las cercanías de Zinziro y en los cerros los Amoles, el Tecolote y el Tule. Al Sur-Poniente y al Sur-Este de Pátzcuaro se encuentran también las andesitas en los cerros de Tingambato y en los de San Miguel y Cuanajo.

Las labradoritas, basaltos y tobas volcánicas, se encuentran en las faldas de todos los cerros antes mencionados, faldas que casi están cubiertas por extensas corrientes de lava.

El lago de Pátzcuaro está limitado: al Sur, por las faldas de los cerros Blanco, Colorado, el Calvario y San Pedro, constituídos por tobas volcánicas y por basaltos de color gris, de textura ampollosa; al Poniente, por los conos volcánicos de Charahuén y por los cerros de Tócuaro formados por tobas volcánicas de color blanco; al Norte-Poniente, por los cerros de Erongarícuaro y San Andrés, constituídos por basaltos y labradorita de textura fluidal; al Noreste, por los cerros basálticos de San Jerónimo; y al Este, por los cerros también basálticos que se encuentran entre Tzintzuntzan y Chapultepec.

Como se ve, los límites antiguos, terciarios, de la depresión de Pátzcuaro estaban formados por los ce-

rros de andesita pyroxénica que se encuentran tanto al Norte, como al Poniente y Sur de Pátzcuaro; y más tarde, las erupciones recientes de rocas basálticas cubrieron las faldas de los cerros andesíticos, se extendieron en corrientes hacia la depresión, y circundaron la hondonada que hoy ocupa el lago, cuyo subsuelo está constituido también por basalto y tobas volcánicas.

Hacia el Norte de la sierra de Zinziro, y en las faldas de esta última, se encuentran también multitud de conos volcánicos, entre los cuales mencionaré á los llamados: Maxcuta, Calabaza, San Miguel, La Arena, La Caja, Las Cabras y El Pueblito. Hacia este lado de la sierra, lo mismo que en sus faldas del Sur, las rocas basálticas modernas cubrieron á las andesitas en una zona muy extensa, que alcanza hasta más de la mitad de la altura de los cerros andesíticos, como se ve en el rancho de Las Canoas, situado en la falda Norte del cerro El Tecolote. Además, las lavas escuerrieron, siguiendo las pendientes del macizo andesítico, hasta llegar á la región más baja, en donde formaron: por una parte, los bordes de la hondonada de Zacapú; y por otra, la cuenca del río Duero.

Explicada así, en pocas palabras, la historia geológica de aquella región, y conociendo la naturaleza y distribución de las rocas eruptivas que se encuentran en ella, la figura adjunta dará una idea del corte geológico transversal de la sierra de Zinziro.





Este corte indica claramente que: la accidentada y anchurosa barrera que separa al lago de Pátzcuaro de las cuencas de Zacapú y el río Duero, está constituida por dos clases de rocas de naturaleza y edad diferentes. En efecto, la parte central de esta barrera está formada por un macizo andesítico terciario, el cual está cubierto de uno y otro lado por rocas basálticas modernas que se apoyan sobre el macizo andesítico, bajan por las pendientes de este último, y se extienden en corrientes, limitando por una parte á la depresión de Pátzcuaro, y por otra á las cuencas del Duero y Zacapú.

#### Hidrología

En las faldas de los cerros basálticos que rodean al lago de Pátzcuaro, y á diferentes alturas, se encuentran manantiales por los cuales sale agua fría, á temperatura casi igual á la media de la localidad. En efecto, la temperatura media anual en Pátzcuaro es  $16^{\circ}1$  C.,<sup>1</sup> y la temperatura del agua de los manantiales de la región es  $16^{\circ}5$  C. El régimen de estos manantiales es variable durante el año; es mucho mayor la cantidad de agua que sale por los manantiales reunidos de Za-

1 Bol. Soc. Mex. de Geogr. 3: Epoca. 1880. Tomo V, pág. 174.



capú y Carapan, que por los de las cercanías de Pátzcuaro; y todas estas aguas son potables.

El lago de Pátzcuaro está alimentado por las aguas corrientes superficiales, que en tiempo de lluvias descienden por las faldas de los cerros basálticos que limitan esa depresión;<sup>1</sup> y por el agua que sale por los manantiales situados en esas mismas faldas, agua que se reúne en la hondonada que ocupa el lago. El contorno de este último es muy irregular, su mayor longitud es de S.W. á N.E., veinte kilómetros, y su anchura varía entre tres y diez kilómetros aproximadamente. La profundidad media de este lago es ocho metros; pero en varios lugares es de cincuenta metros, y en otros llega á ser aún mayor.

El nivel de las aguas en el lago de Pátzcuaro ha ido descendiendo con gran lentitud en el transcurso de los años; y ahora se encuentran en la hacienda de Charahuén, al Poniente de Pátzcuaro, terrenos cultivados que antes estuvieron cubiertos por las aguas del lago. Este descenso del nivel de las aguas ha permitido bajar y acortar el camino que va de Pátzcuaro para Huricho y Erongarícuaro. Siguiendo este camino, que está á la orilla del lago, se ve en varios lugares un antiguo camino á mayor altura que la actual, y que indica hasta dónde llegaban en otros tiempos las aguas de ese lago.

En ninguna parte del lago de Pátzcuaro se encuentran resumideros visibles, ni tiene tampoco ningún desagüe superficial; pero como es muy extenso, la cantidad

---

<sup>1</sup> La altura anual de la lluvia recogida en el pluviómetro en Pátzcuaro es: 1110 milímetros. Bol. Soc. Mex. Geog. L. c., pág. 181.

de agua que se pierde por evaporacion es considerable. Sin embargo de esto, las variaciones en el nivel de las aguas de este lago son muy pequeñas durante el año, menos de un metro, y también es muy lento el descenso general del nivel de este lago.

Varios de los manantiales mencionados, cuyas aguas descienden para el lago de Pátzcuaro, se encuentran en la falda Sur de la sierra de Zinziro, sierra que como he dicho lo limita por el Norte.

En las faldas de la sierra de Zinziro que descienden hacia el Norte, para Zacapú y Carapan, se encuentran también varios manantiales por los cuales sale agua fría, á temperatura casi igual á la media de la localidad. Entre estos manantiales citaré como más importantes: los de Zacapú, Naranja, Terejero; y los que se encuentran muy cerca del pueblo Carapan, en el nacimiento del río Duero.

La ciénega de Zacapú, hoy canalizada, así como el río Duero, están alimentados por las aguas corrientes superficiales de sus extensas cuencas, y por los manantiales que se encuentran en las mismas cuencas. Estos manantiales están en rocas basálticas lo mismo que los de Pátzcuaro; y el agua sale por las grietas de estas rocas y por varios puntos de los bordes de las corrientes de lava.

Como se ve, tanto en las faldas del Norte como en las del Sur de la sierra de Zinziro, existen manantiales situados en las rocas basálticas, por los cuales salen aguas frías, y son de régimen variable durante el año.

\* \* \*

El origen de los manantiales antes mencionados, es de muy fácil explicación, como se verá en seguida.

La permeabilidad de las varias rocas que constituyen la región de que me ocupo, es muy diferente. En efecto, las andesitas no son por naturaleza porosas, y como en esta región están muy poco agrietadas, su "permeabilidad en grande" es insignificante; en cambio, esta misma permeabilidad es considerable en las rocas basálticas de la región por estar muy agrietadas en varias partes, debido esto á su rápido enfriamiento. Las brechas y tobas volcánicas son rocas bastante porosas; y además, se encuentran en varias partes de la región, principalmente en los conos volcánicos, acumulaciones de arena y cenizas, materiales incoherentes éstos que permiten la circulación de las aguas por los intersticios que separan á los elementos que los constituyen.

Como dije antes, la sierra de Zinziro está formada por un macizo andesítico, que ocupa su parte central, y este macizo está cubierto de ambos lados por rocas basálticas agrietadas, y corrientes extensas de lava; las cuales á su vez están cubiertas en algunas partes por brechas y tobas volcánicas. Según esto, y teniendo en cuenta la permeabilidad de las rocas antes mencionadas, puede decirse que: la sierra de Zinziro está formada por un macizo central casi impermeable, el cual está cubierto en gran extensión por rocas porosas unas, y de permeabilidad en grande las otras. Esta cubierta permeable permite la infiltración y circulación subterránea de las aguas pluviales, hasta que estas aguas lleguen al macizo andesítico, el cual sirve de ba-

rrera natural que impide el mayor descenso de las aguas, y constituye el fondo impermeable del "receptáculo acuífero subterráneo."

Las aguas corrientes superficiales se infiltrarán en la región de que me ocupó: al pasar por las acumulaciones de arenas ó cenizas volcánicas, y también al penetrar por los poros de las brechas y tobas, y por las grietas de las rocas basálticas. El agua ya infiltrada continuará descendiendo por estas rocas permeables, hasta alcanzar al macizo andesítico poco permeable; y después, seguirá por la zona de contacto entre este macizo y las corrientes de lava que lo cubren, hasta salir de nuevo al exterior por algunas partes de las extremidades de estas corrientes, ó por los lugares bajos que están comunicados por medio de grietas con la referida zona de contacto.

En su circulación descendente, las aguas pluviales infiltradas en la superficie del terreno, llenarán todos los espacios vacíos contenidos en las rocas basálticas, oquedades irregulares éstas que son muy abundantes en las corrientes de lava.<sup>1</sup> Estas oquedades una vez llenas de agua, constituyen en su conjunto la "región de alimentación" del "receptáculo acuífero subterráneo," el cual tiene "su región activa" en los huecos que se hallen en la zona de contacto entre las rocas basálticas y la andesita, principalmente en los huecos más amplios, supercapilares, pues éstos permiten la circulación más fácil de las referidas aguas.

Por la zona de contacto antes mencionada, descen-

---

1 A. Daubrée. Les eaux souterraines à l'époque actuelle. París, 1887. Tomo I, págs. 99 y 303. Véase también: G. Poulett Scrop. The Geology and Extinct Volcanos of Central France. 2ª Edición. Londres, 1858, págs. 60 y 122.

derán las aguas de preferencia por los conductos más amplios, los cuales pueden llegar directamente hasta el exterior, ó estar comunicados con la superficie del terreno por grietas en las rocas basálticas. En el primer caso, los manantiales, es decir, los orificios de desagüe del receptáculo acuífero subterráneo, se encontrarán en las extremidades ó bordes de la corriente de lava; y en el segundo caso estarán á mayor altura, pero siempre en las rocas basálticas. Los manantiales de Zacapú y Carapan pertenecen al primer caso; y al segundo, los que se hallan arriba de Pátzcuaro y de Erongarícuaro.

Como el macizo andesítico de la sierra de Zinziro está cubierto tanto al Norte como al Sur por las rocas basálticas permeables ya mencionadas, la circulación subterránea de las aguas pluviales se verificará de manera semejante, tanto en una como en la otra falda; y así se explica por qué se encuentran manantiales semejantes en las dos faldas de la sierra de Zinziro, tanto en la depresión de Pátzcuaro, como en las cuencas de Zacapú y Carapan.

Según la explicación anterior, el trayecto subterráneo de las aguas pluviales en la región de que me ocupo es relativamente corto, descendente y superficial, lo cual queda comprobado si se tienen en cuenta las variaciones durante el año en la cantidad de agua que sale por los manantiales de esa región;<sup>1</sup> y la temperatura de estas aguas, que es casi igual á la media de la localidad.<sup>2</sup>

---

1 A. Daubrée. L. c. Tomo II, pág. 146.

2 A. Pasquin. Note sur l'origine des eaux minérales de Spa. Bull. Soc. Belg. Géol. Paléon. et d'Hydrol. Tomo II, 1888. Proc. verb., pág. 393.



Por lo dicho anteriormente se comprende que: la existencia de los manantiales de Pátzcuaro, Zacapú y cuenca del río Duero, es debida á la naturaleza porosa de las cenizas, arenas, brechas y tobas volcánicas, al agrietamiento de las rocas basálticas y á la gran extensión que ocupan todas estas rocas en esa región. Esta vasta superficie de rocas permeables es la que permite que se infiltren las aguas pluviales en gran cantidad, y que, por lo mismo, el gasto de los manantiales sea también proporcionalmente considerable.

Los receptáculos acuíferos subterráneos contenidos entre dos rocas de permeabilidad diferente, son muy comunes;<sup>1</sup> así como es muy frecuente encontrar manantiales en las partes bajas y agrietadas de las corrientes de lava, especialmente en las extremidades de estas corrientes.<sup>2</sup> Como ejemplos de estos manantiales citaré los de las faldas orientales del Ajusco, en la cuenca de México; los de las cercanías de la laguna de Lerma y los de Cuernavaca y Jiutepec, en el Estado de Morelos.

La cantidad de agua que sale por los manantiales situados en las corrientes de lava, es muchas veces bastante considerable,<sup>3</sup> como sucede en los manantiales de Cuernavaca y en los de Las Fuentes de San Gaspar, en el Estado de Morelos.

---

1 H. Schardt. Les eaux souterraines du Tunnel du Simplon. Bull. Soc. Belg. Géol. Paléon. et d'Hydrol. Tomo XIX, 1905. Mem., pág. 3.

2 A. Daubrée. L. c. Tomo I, pág. 95.

3 A. Daubrée. L. c. Tomo I, pág. 98.



\* \* \*

Conocida ya la topografía, la geología y la hidrología subterránea de la región de que me ocupo, creo que es fundado decir que: no existe conexión subterránea entre el lago de Pátzcuaro y los manantiales de las cuencas de Zacapú y del río Duero.

Las cuencas antes mencionadas están separadas del lago por la sierra de Zinziro, que es bastante alta, muy accidentada, y de veinte á treinta kilómetros de anchura. Esta sierra está formada por un macizo andesítico terciario, el cual está cubierto de uno y otro lado por rocas basálticas modernas, que se extienden en corrientes tanto para la depresión de Pátzcuaro, como para las cuencas de Zacapú y el río Duero. Teniendo en cuenta la permeabilidad de estas rocas, puede decirse que: la sierra de Zinziro está formada por un macizo central casi impermeable, el cual está cubierto de ambos lados por rocas permeables que ocupan gran extensión. En vista de esto, el macizo andesítico puede considerarse como una poderosa barrera natural que impide á las aguas infiltradas en una de las faldas de la sierra de Zinziro, el que pasen á la falda opuesta. Esta barrera impermeable divide así en dos partes la circulación subterránea de las aguas pluviales caídas en esa sierra; y es también esta barrera impermeable la que impide el descenso indefinido de las aguas infiltradas, y las obliga á volver al exterior y salir por manantiales semejantes, situados en las faldas opuestas de la mencionada sierra. Según esto, las aguas infiltradas en cada una de las faldas de la sierra, sal-

drán al exterior por los manantiales situados en la misma falda en la cual se han infiltrado, y no por los manantiales que se encuentran en la falda opuesta.

Teniendo en cuenta lo anterior, puede decirse que, al infiltrarse las aguas del lago de Pátzcuaro por las grietas de las rocas basálticas que lo circundan y constituyen su fondo, llegarían hasta el macizo andesítico impermeable de la sierra de Zinziro, y esta excelente barrera impediría que esas aguas continuaran su trayecto lateral y descendente; y, por lo tanto, no podrían llegar hasta las faldas opuestas de la misma sierra, en las cuales se encuentran las cuencas de Zacapú y del río Duero.

Por otra parte, como la cantidad de agua que sale por los manantiales de la cuenca de Pátzcuaro, es mucho menor que la que brota por los manantiales de Zacapú y del río Duero, si el agua del lago de Pátzcuaro alimentara á estos últimos manantiales, las oscilaciones del nivel del agua en el lago serían muy considerables y muy notable el descenso de este nivel en tiempo de secas. Nada de esto se observa; pues como he dicho ya, las variaciones de este nivel son muy pequeñas durante el año, menos de un metro, y también es muy lento el descenso general de las aguas de este lago.

Las razones anteriores me parecen suficiente fundamento para afirmar que no existe conexión subterránea entre el lago y los manantiales mencionados; pero todavía hay más razones en apoyo de esta opinión, como se verá en seguida.

\*  
\*   \*  
\*

Para demostrar de una manera experimental la conexión ó falta de conexión subterránea entre un punto de la superficie del terreno y los manantiales más ó menos cercanos de él, se emplea con éxito notable la fluoresceína, que es una substancia de grandísimo poder colorante. En el caso que ahora estudio, y para tener una demostración semejante de la falta de conexión subterránea entre el lago de Pátzcuaro y los manantiales tantas veces mencionados, no es necesario hacer uso de la fluoresceína. En efecto, no es esta la única substancia que se emplea para las demostraciones experimentales antes indicadas; sino que se usan también otros varios compuestos, entre los cuales figuran los cloruros alcalinos. Estos cloruros son muy solubles en el agua, no se descomponen por largo que sea el trayecto subterráneo que tengan que recorrer disueltos en el agua, ni por variable que sea la composición química de las rocas por las cuales tengan que circular en disolución.<sup>1</sup> La presencia de los cloruros en esta disolución se puede reconocer fácilmente, empleando el nitrato de plata como precipitante; pero como casi todas las aguas de manantiales contienen cloro, ó por lo menos vestigios de cloruros,<sup>2</sup> es preciso hacer determinaciones cuantitativas. Con objeto de evitar estas manipulaciones, y que los resultados de la experimentación sean desde luego perceptibles á la simple vista,

---

1 Félix Marboutin. Essai sur la propagation des eaux souterraines. Bull. Soc. Belg. Géol. Paléon. et d'Hydrol. Tomo XVII. P. V., pág. 277.

2 A. Daubrée. L. c. Tomo II, pág. 100 á 108.

se emplea de preferencia la fluoresceína por su gran poder colorante. En el caso que ahora estudio, y por las razones que indicaré después, me resolví mejor á que se hicieran esas determinaciones cuantitativas, y no á hacer un gasto de fluoresceína del todo inútil.

Cuando se hace uso de los cloruros alcalinos en las demostraciones experimentales ya indicadas, se determina primero la cantidad de cloro contenida en las aguas que salen por el manantial; después se vierte una solución de cloruro de sodio (sal marina), en el lugar que se cree estar comunicado subterráneamente con el manantial; y luego se hacen periódicamente determinaciones cuantitativas del cloro contenido en las aguas que salgan posteriormente por el mismo manantial. Si la cantidad de cloro contenida en estas aguas aumenta después de haber vertido la solución de cloruro de sodio en la superficie del terreno, es indudable que existe conexión subterránea entre este lugar y el manantial por donde salen las aguas analizadas.

Al estar en el terreno, haciendo el estudio que me fué encomendado, pude convencerme de que las aguas del lago de Pátzcuaro son algo saladas, y en cambio son dulces las que salen por todos los manantiales de la región. Este hecho, perfectamente conocido por los habitantes de aquellas localidades, me decidió á no emplear la fluoresceína, y á no aumentar la cantidad de cloruro de sodio contenida ya en las aguas del lago sin conocer antes los resultados exactos de la análisis cuantitativa de las aguas del lago y de los manantiales; pues estos resultados podían ser la demostración suficiente de la falta de conexión subterránea entre el lago y los referidos manantiales.

La análisis cuantitativa de las aguas mencionadas fué ejecutada en el laboratorio de química del Instituto Geológico Nacional, y los resultados son los siguientes: El agua del lago de Pátzcuaro contiene en disolución: carbonatos alcalinos, cloruros alcalinos (36 miligramos por litro), un poco de carbonato de cal y vestigios de magnesia y de óxido de fierro; siendo el peso del residuo de su evaporación, 427 miligramos por litro de agua. Las aguas de los manantiales de Zacapú y Carapan contienen en disolución: carbonatos alcalinos, un poco de carbonato de cal, vestigios de magnesia, vestigios de cloruros alcalinos (4 miligramos por litro), no tienen óxido de fierro; y el peso del residuo de su evaporación es 148 miligramos por litro de agua. Las aguas que salen de los manantiales situados arriba del lago de Pátzcuaro, contienen también vestigios de cloruros alcalinos.

Las determinaciones cuantitativas anteriores prueban desde luego que: las aguas de los manantiales de Zacapú y el río Duero, no provienen del lago de Pátzcuaro. En efecto, si toda la cantidad de agua que sale por esos manantiales proviniera del lago, el peso de las sustancias disueltas en el agua de los manantiales, sería cuando menos igual al peso de las que se hallan en las aguas del lago; y digo cuando menos igual, porque en el trayecto subterráneo de veinte kilómetros que tendrían que recorrer las aguas del lago, no disminuiría la cantidad de los compuestos disueltos en ellas, por ser todos solubles, pero sí podrían esas aguas atacar á las rocas en ese largo trayecto, y enriquecerse en compuestos disueltos. Pues bien, comparando los resultados de la evaporación de esas aguas se ve que:



las del lago dejan un residuo que pesa 427 miligramos por cada litro de agua; en tanto que el residuo que dejan las aguas de los manantiales sólo pesa 148 miligramos por litro de agua evaporada. Esta es una prueba evidente de que no proviene del lago de Pátzcuaro toda la cantidad de agua que sale por los manantiales de Zacapú y el río Duero.

Si una parte solamente de las aguas que salen por los manantiales mencionados proviniera del lago, y que esta agua salada se mezclara en su trayecto subterráneo con otra más pura, y ya reunidas salieran por esos manantiales, la cantidad de cloruros alcalinos contenida en el agua de estos últimos sería menor que la contenida en las aguas del lago, pero mayor que la que existe en las aguas de los manantiales de la región que se encuentran más altos que el nivel del lago. Estos últimos, sin la menor duda, puede decirse que: no están en conexión subterránea con el lago, puesto que se hallan á mayor altura que él; y por lo mismo los vestigios de cloruros contenidos en las aguas que salen por ellos no provienen del lago, sino que son el resultado de la acción que las aguas ejercen sobre las rocas de esas localidades. Según esto puede decirse que: todas las aguas que circulen subterráneamente en esa región, contendrán vestigios de cloro, lo cual es un hecho muy general, como he dicho ya, pues casi todas las aguas potables contienen huellas de cloruros.<sup>1</sup> Estas aguas potables, con vestigios de cloro, que circulan subterráneamente por los alrededores de Pátzcuaro, al mezclarse en cualquiera proporción con las aguas del lago tienen que enriquecerse en cloro, ya sea que

---

1 A. Daubrée. L. c. Tomo II, pág. 100.



la mezcla se verifique en la superficie del terreno ó á la profundidad; y, por lo tanto, si esta mezcla se verificara en el trayecto subterráneo de las aguas que alimentan á los manantiales de Zacapú y el río Duero, las aguas de estos últimos serían, como dije antes, más ricas en cloro que las de los manantiales que se hallan arriba del nivel del lago de Pátzcuaro. Pues bien, esto no sucede, porque todas las aguas que salen por los manantiales de la región, tanto por los que están más altos como por los que están más bajos que el referido lago, sólo contienen vestigios de cloruros (4 miligramos por litro de agua). Esta es una prueba concluyente de que las aguas del lago de Pátzcuaro no alimentan ni en parte á los manantiales de las cuencas de Zacapú y el río Duero.

Por lo anterior se comprende que es completamente innecesario emplear la fluoresceína en este caso, y es innecesario también aumentar la cantidad de cloruros alcalinos que ya contienen las aguas del lago; pues los datos anteriores son una demostración clara, de que no existe conexión subterránea entre el lago y los manantiales mencionados.

### Conclusiones

Teniendo en cuenta todos los fundamentos ya indicados, puede concluirse diciendo que:

*No existe conexión subterránea entre el lago de Pátzcuaro y los manantiales de Zacapú y el río Duero; y por lo tanto, el desagüe parcial ó total del lago de Pátzcuaro no influirá, de ninguna manera, en el gasto de los referidos manantiales.*

México, Febrero 12 de 1907.

EL HUNDIMIENTO  
DEL  
CERRO DE SARTENEJAS EN LOS ALREDEDORES DE TETECALA

ESTADO DE MORELOS

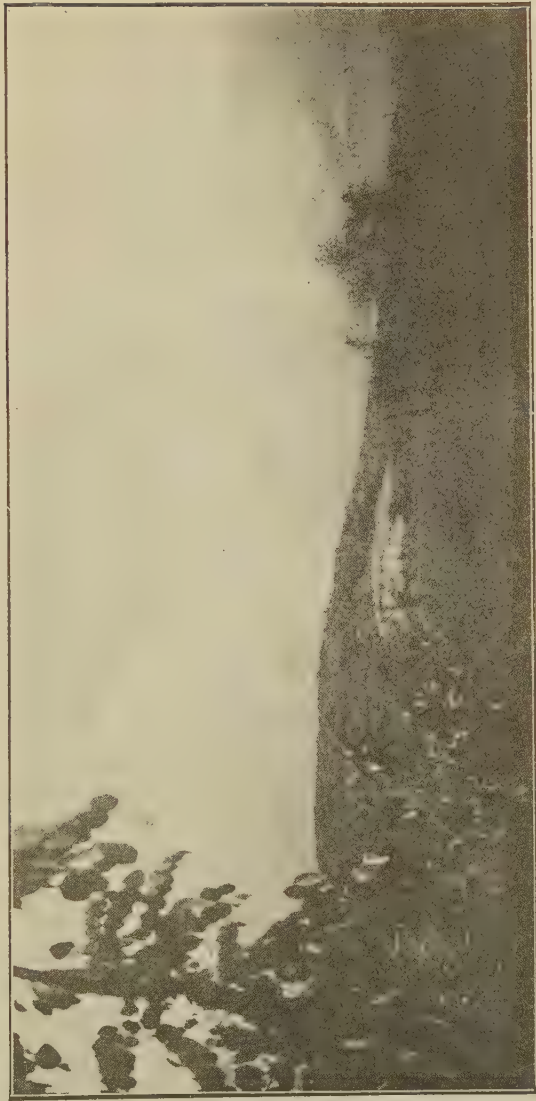
POR EL INGENIERO DE MINAS

TEODORO FLORES

---

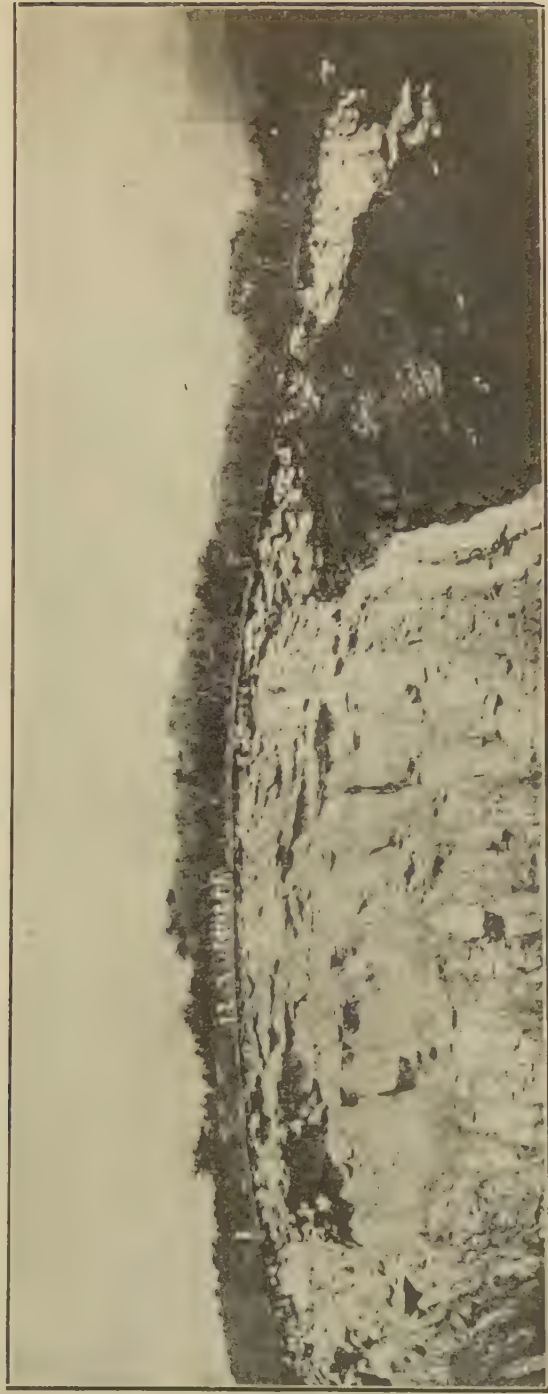
Láminas LIX & LXII





Vista general del hundimiento





Borde N.W. del mismo mostrando la estratificación de la caliza





---

## EL HUNDIMIENTO DEL CERRO DE SARTENEJAS

EN LOS

### ALREDEDORES DE TETECALA

ESTADO DE MORELOS

POR EL INGENIERO DE MINAS TEODORO FLORES

(Láminas LIX-LXII)

El día 12 del mes de Octubre próximo pasado, se produjo en terrenos de la jurisdicción del Distrito de Tetecala, Estado de Morelos, un fenómeno geológico que la prensa de esta capital, mal informada, atribuyó á la aparición de un cráter volcánico que desprendía gases sulfurosos y presentaba caracteres alarmantes.

El señor Gobernador del Estado de Morelos, con datos más exactos, comunicó la noticia á la Secretaría de Fomento, con fecha 17 del mismo, transcribiéndole el mensaje que la Jefatura Política del mencionado Distrito le había enviado, en el cual se decía que el temblor de tierra sentido en dicha población la noche del 12, causó el derrumbe de una parte del cerro llamado "Jumiltepec," produciéndose un hundimiento de considerable profundidad y extensión en longitud y anchura, con la particularidad de haberse percibido hacia alguna parte de la abertura, un olor sulfuroso.

Habiendo estimado conveniente la Secretaría de Fomento que se hiciese el estudio de dicho fenómeno geoló-

gico, transcribió á su vez la comunicación del señor Gobernador, al Instituto Geológico Nacional, y la Dirección de este Instituto tuvo á bien nombrar una comisión integrada por el suscrito como Jefe, y los señores Ing. Trinidad Paredes y Fernando Urbina, para hacer el estudio respectivo.

El día 22 pasó la Comisión así formada á Cuernavaca, para presentar al señor Gobernador del Estado sus credenciales y suplicarle, al mismo tiempo, le proporcionara los datos relativos á la situación exacta del lugar en que se produjo el fenómeno, circunstancias que lo acompañaron, etc.; la Comisión tuvo entonces oportunidad de conocer el texto de los diferentes telegramas remitidos al Gobierno del Estado, informándolo sobre este asunto, y le fué entregada, además, una comunicación para el señor Jefe Político del Distrito de Tetecala, quien atendiendo á las instrucciones que le fueron dadas por el Gobierno, proporcionó á la Comisión toda clase de informes y auxilios.

Nos es grato hacer una pública manifestación de reconocimiento hacia el señor Coronel D. Manuel Alarcón, Gobernador del Estado de Morelos, por el interés con que acogió á la Comisión, y expresar nuestros agradecimientos al Sr. D. Ismael E. Velasco, Jefe Político de aquel Distrito, por las atenciones que nos prodigó.

En las siguientes líneas hacemos una breve reseña de la fisiografía de la región estudiada y una exposición de su estructura geológica, para entrar después en algunas consideraciones relativas á la causa y naturaleza del fenómeno producido y para llegar, por último, á algunas conclusiones generales. Acompañamos, además, al presente informe, de un croquis topográfico,

que formamos utilizando los datos contenidos en la hoja del Estado de Morelos del Atlas Geográfico y Estadístico de A. García Cubas, único plano de que pudimos servirnos, pues la Comisión Geográfico-Exploradora no ha extendido todavía sus trabajos al Estado de Morelos, ni pudimos encontrar tampoco algún plano del Estado levantado posteriormente. Hemos completado y corregido algunos de los datos contenidos en la mencionada hoja, con nuestros datos de cartera y algunos otros que nos fueron suministrados por la Jefatura Política; las alturas anotadas en el croquis se tomaron con barómetro aneroides, y dicho croquis nos sirvió para hacer la limitación aproximada de las formaciones geológicas de la región.

#### Fisiografía

El Estado de Morelos está situado en la vertiente meridional de la cordillera que se extiende del Xinantecatl ó Nevado de Toluca, al Ajusco y Popocatepetl. La porción S. - S.W. del Estado constituye el Distrito de Tetecala, el cual se encuentra limitado hacia el Norte y Este por los Distritos de Cuernavaca y Jonacatepec, hacia el S.E. por el Estado de Puebla, hacia el Sur y Oeste por el Estado de Guerrero y hacia el Noroeste por el Estado de México. Tetecala, cabecera del Distrito, es una ciudad de cerca de cuatro mil habitantes, que se asienta en la margen izquierda del río de Chalma ó de Coatlán, al pie del cerrito de Tres Cruces y en la ribera de una fértil vega, á 1,021 metros sobre el nivel del mar.

La región estudiada abarca próximamente una extensión de diez kilómetros á la redonda de esa ciudad

y comprende también una pequeña parte de los alrededores de Cacahuamilpa, población que políticamente pertenece al Estado de Guerrero; al Norte está limitada por las serranías que se desprenden de las elevadas dependencias australes del Nevado de Toluca y del Ajusco; de estos elementos de relieve se derivan otros secundarios, entre los cuales pueden citarse como principales á los cerros de Jalmolonga, San Gaspar y Huistamalco, cuyas cimas se levantan á más de dos mil metros sobre el nivel del mar; la serranía que forman estas elevaciones sigue una dirección general de Norte á Sur y establece un límite natural entre los Estados de México y Morelos.

De las inmediaciones de Palpan se desprende otra sierra que sigue también una dirección N. - S., cuyos extremos meridionales están formados por los cerros del Ayoche y Tres Cruces, de 1,315 m. y 1,166 m. de altura sobre el nivel del mar, respectivamente.

Al N.E. se encuentran los cerros de Colotepec, que forman un límite topográfico del Distrito, con el de Cuernavaca.

La sierrita de Jumiltepec se levanta casi aislada al S.W. de Tetecala y corre con un rumbo aproximado de N.W. á S.E.; su enlace natural con los cerros del Ayoche y Tres Cruces, se encuentra cortado por el río de Chalma, entre las poblaciones de Coatlán del Río y Tetecala.

De las diversas serranías mencionadas se desprenden lomas alargadas, con una inclinación casi uniforme hacia el S.E., entre cuyos flancos corren los ríos y arroyos que atraviesan la región.

El río de Chalma, que es uno de los principales que

surca la zona que motiva este estudio, nace en las faldas meridionales de la serranía situada entre el Nevado de Toluca y el Ajusco; su curso, formando rápidos sigue casi de N. á S., hasta los alrededores de la población de Coatlán del Río, donde se desvía al S.E., al encontrar á la sierrita de Jumiltepec y continuando con esta dirección, va á bañar á los terrenos de la Hacienda de San Ignacio Actopan y Tetecala; más abajo sigue con un curso menos accidentado, é inclinándose siempre al S.E., va á pasar por Puente de Ixtla, para reunirse más tarde con el Amacusac, uno de los más importantes afluentes del río Balsas. Desde la Hacienda de Cocoyotla hasta Tetecala, forma vegas más y más amplias á medida que se descende, hasta las cercanías de Cuauichichinola y San Gabriel, en donde su curso se estrecha para pasar después por Puente de Ixtla.

Las vegas que forma este río están comprendidas entre 1,100 y 1,000 metros de altura sobre el nivel del mar; algunas de ellas son muy amplias y siendo extremadamente fértiles se encuentran, en su mayor parte, cubiertas por vigorosos arrozales y extensos sembrados de caña de azúcar.

El río Tembembe es menos caudaloso que el anterior y está aún más lejos que él de alcanzar su curva de equilibrio; nace también en las faldas meridionales de la misma serranía y sigue por la sierra de Palpan para dirigirse después hacia Miacatlán, en cuyos alrededores forma una amplia vega, y más abajo, un poco al Sur de Puente de Ixtla, va á reunirse con el río de Coatlán.

Otros de los ríos importantes que debemos mencionar, aunque sólo una porción muy corta de su curso está comprendida en la región estudiada, es el río de Huajin-



tlán, que toma después el nombre de Amacusac, cerca de la población de este nombre; este río está formado por la reunión de los ríos de San Jerónimo y Chontalcoatlán ó Tenancingo, los cuales después de seguir un curso subterráneo, aparecen casi juntos en el lugar llamado "Las Bocas," situado á 1,050 metros de altura sobre el nivel del mar, en la falda S.E. del cerro de La Corona, un poco abajo de la entrada á la caverna de Cacahuamilpa.

Además de los ríos mencionados existen algunos arroyos y barrancas de importancia, tales como la del Terrón, que faldea la sierrita de Jumiltepec, y que con la de Santa Teresa, hace el desagüe de la llanura comprendida entre esa sierrita y la de Cacahuamilpa, en la cual se encuentran los cerros del Jumil (1,734 m.), La Corona (1,550 m.) y Temasol.

En depresiones naturales del terreno se forman lagunas como las de Michapa, Coatetelco y El Rodeo; las aguas de esta última se han aprovechado para la irrigación de los terrenos que la circundan.

#### Geología

En la región estudiada se encuentran rocas sedimentarias y rocas eruptivas. Las rocas sedimentarias ocupan una considerable extensión superficial y están representadas por calizas, pizarras arcillosas, conglomerados calizos, areniscas, arcillas margosas, conglomerados pleistocenos y depósitos de aluvión; las rocas eruptivas se presentan ocupando una extensión superficial menor y están representadas por andesitas de pyroxena, andesitas de hornblenda y basaltos. Se encuentran, además, depósitos recientes ocupando una parte de los

lechos de los ríos de Coatlán y Tembembe, y las vegas que forman estos ríos.

Las calizas constituyen la mayoría de las eminencias que se ven al N. y N.E. de Tetecala (cerros de Tres Cruces, Ayoche, Tinajas), forman toda la sierrita de Jumiltepec al S.W. de esta población y los cerros de San Gaspar, Huistemalco, Jumil, Temasol (en su tercio superior) y La Corona, en los alrededores de Cacahuamilpa; aparecen también en manchones aislados y en algunas pequeñas eminencias tales como el cerrito de Alpuyea, Cuachichinola y N. de Puente de Ixtla. Estas calizas son de textura compacta, de color generalmente oscuro ó negruzco; pero presentan también colores claros, blanco y aun rosado; son bastante fétidas, lo que fácilmente se percibe al frotarlas ó golpearlas, y suelen contener á veces considerable proporción de arcilla, que las hace tomar una textura pizarreña imperfecta. La posición de sus estratos no es horizontal, sino que se presentan más ó menos inclinados ó ligeramente plegados, formando las eminencias y sierras que hemos mencionado; su rumbo dominante es de N.W. á S.E., con echado general al N.E., variable entre 25° y 50°; sin embargo, esta dirección é inclinación cambian notablemente en algunos lugares, debido á la influencia de fenómenos de carácter local, tales como hundimientos parciales ó por la acción de rocas eruptivas que las cortan; estas rocas ígneas aparecieron posteriormente al depósito de las calizas y han ejercido sobre ellas un metamorfismo, más ó menos intenso, transformándolas en algunos puntos en mármoles de diversas clases y cambiando su textura de compacta granuda á cristalina.

Al S.W. de la Hacienda de San Ignacio Actopan, en el cerro de Sartenejas, cerca del lugar en que se produjo el hundimiento, tienen un rumbo variable entre  $65^{\circ}$  y  $80^{\circ}$  N.W., con echado al N.E., comprendido entre  $30^{\circ}$  y  $50^{\circ}$ ; en la bajada de este cerro al paraje llamado La Lagunilla, en la margen izquierda de la barranca del Asesenche, tienen un rumbo de  $70^{\circ}$  N.E., con echado  $35^{\circ}$  al N.W.; en la falda S.E. del cerro del Ayoche, se presentan en bancos de 0<sup>m</sup>.50 á 1 metro de espesor, con una dirección de  $60^{\circ}$  N.W. y una inclinación de  $35^{\circ}$  al N.E.; en las faldas de este mismo cerro, en el camino de Actopan á Coatlán del Río, tienen un rumbo de  $25^{\circ}$  N.E., con echado  $32^{\circ}$  al N.W.; al pie del cerro de Tres Cruces, en el camino de Tetecala á Actopan, forman pliegues muy abiertos; á inmediaciones del rancho de las Tinajas se presentan con  $10^{\circ}$  N.E. de dirección y un echado al N.W. de  $25^{\circ}$ ; un poco al Sur de la cuadrilla de Palo Grande, cerca del contacto con las rocas basálticas, las calizas se encuentran metamorfizadas y su rumbo es de  $30^{\circ}$  N.E., con inclinación  $35^{\circ}$  al N.W.; de este lugar, en camino para Miacatlán, hasta la barranca de Las Negritas, donde comienzan á aparecer los conglomerados y depósitos recientes de Miacatlán, las calizas tienen rumbos muy semejantes:  $20^{\circ}$  N.E. y  $15^{\circ}$  N.E., con echados al N.W. de  $50^{\circ}$  y  $35^{\circ}$ , respectivamente; en esta región, vecina al contacto de las rocas eruptivas, se nota muy bien la influencia de estas rocas, sobre la posición de los estratos de la caliza.

En la sierrita de Cacahuamilpa las calizas se presentan más trastornadas y sus rumbos son muy variables; cerca de la cima del cerro de La Corona es

de N. á S., con echado al W.  $35^{\circ}$ ; en la barranca de Limotitla tienen de rumbo  $85^{\circ}$  N.W. y echado  $35^{\circ}$  al N.E.; en el interior de la gruta de Cacahuamilpa se presentan algunos estratos muy bien definidos con  $56^{\circ}$  N.W. de rumbo y  $45^{\circ}$  de echado al N.E.; cerca de las bocas de los ríos de San Jerónimo y Chontalcoatlán, tienen una dirección de  $40^{\circ}$  á  $60^{\circ}$  N.W. con inclinación al N.E.  $40^{\circ}$ .

Estas calizas son fosíferas, contienen restos mal conservados de *Hippurites*, *Nerineas* y *Actæonellas*; los *Hippurites* se encuentran en las faldas del Ayoche, casi al entrar á Coatlán del Río, llegando por el camino de Actopan y las *Nerineas* y *Actæonellas* se presentan en secciones más ó menos bien definidas, en el cerro de La Corona y en la caverna de Cacahuamilpa.

El Profesor M. Bárcena<sup>1</sup> señala la presencia de *Nerineas* en la barranca de Limotitla, con restos de *Grypheas* y *Cranias* en Las Bocas; menciona también la existencia de *Hippurites* y *Vermetus*, en los alrededores de la Hacienda de Cocoyotla.

En nuestra excursión encontramos solamente los fósiles mencionados antes, en suficiente estado de conservación, para poder reconocer los referidos géneros.

Por la presencia de *Rudistas*, *Nerineas* y *Actæonellas* en estas calizas, pueden referirse al Cretáceo Medio, que son las rocas cretácicas más comunes de nuestro país.

Como hemos dicho antes, la textura de las calizas es compacta, llegando á ser hasta cristalina por metamorfismo de contacto; sin embargo, estas rocas son permeables, es decir, se dejan atravesar por el agua;

---

1 Viaje á la Caverna de Cacahuamilpa por M. Bárcena. 1874, págs. 16 y 17.

esta permeabilidad la deben á la presencia de numerosas grietas y fracturas que las cruzan en todos sentidos y cuyo origen se puede atribuir á falta de homogeneidad en estas rocas, á fenómenos de contracción, y, sobre todo, á los esfuerzos mecánicos á que estuvieron sujetas después de su consolidación; á favor de estas grietas y fracturas el agua ha circulado y circula actualmente en su interior, formando cavidades de dimensiones muy variables; más adelante insistiremos sobre este punto, que tiene una importancia especial en el presente caso.

Las pizarras arcillosas aparecen en el camino de Cahuamilpa á la caverna de este nombre y en la barranca de Limotitla, formando los dos tercios inferiores del cerro del Temasol, y se presentan también en la barranca de Huistamalco. Estratigráficamente ocupan estas pizarras arcillosas la base del grupo de sedimentos calizos que hemos referido al Cretáceo Medio y alternan, en algunos lugares, con pizarras calcáreas ó margosas. Su rumbo varía entre E. - W. y  $80^{\circ}$  N.W. y tienen una inclinación general al N. y N.E., comprendida entre  $30^{\circ}$  y  $50^{\circ}$ ; estos depósitos sedimentarios son los más antiguos de la región y pueden considerarse como estableciendo el paso del Jurásico Superior al Cretáceo Medio.

Las calizas aparecen, como puede verse en el croquis geológico adjunto, descubiertas en muchos lugares; pero en otros están cubiertas por areniscas ó por conglomerados pleistocenos.

Los conglomerados calizos, que probablemente son terciarios, ocupan una reducida extensión superficial y afloran apenas en algunos lugares, tales como en la



subida de Tilancingo á Chavarría, cerca de la barranca de Agua Hedionda, y al N. de Cuauchichinola, en donde aparecen formados por fragmentos angulosos de caliza, cementados por arcilla ferruginosa, amarilla ó rojiza.

Las areniscas se encuentran en posición casi horizontal ó ligeramente inclinada al N.E., en Coatlán del Río, saliendo para Buenavista ó para San Andrés; aparecen también en los alrededores de Tilancingo y Chavarría y en algunos otros lugares; á veces se encuentran descansando directamente sobre las calizas y otras veces aparecen cubiertas por capas alternadas de arcillas margosas y depósitos silizosos, en posición casi horizontal; algunas de estas areniscas están formadas por granos subangulares de cuarzo, teñidos por óxidos de hierro y cementados por una matriz de calcita granular.

Saliendo de Tetecala, con dirección á Miacatlán, se encuentra una pizarra metamórfica, que proviene probablemente de la acción, sobre las areniscas, de las andesitas de pyroxena, que comienzan en el cerrito de Mazatepec.

Los conglomerados pleistocenos y depósitos de aluvión forman casi totalmente los llamados Llanos de Michapa y los Guarines, que rodean casi completamente á la sierrita de Jumiltepec; aparecen también en Puente de Ixtla y en otros lugares, se presentan en fajas ó manchones aislados; estos depósitos contienen, en abundancia, pedazos de andesita y de tobas y brechas andesíticas y más escasamente de basalto y piedra pez.

Las andesitas forman el cerrito de Mazatepec y las Lomas del Coyote, al E. y S.E. de Tetecala; se encuentran también en Miacatlán, Coatetelco y Alpuyeca, bajo la forma de corrientes más ó menos extensas. El examen



microscópico de un ejemplar colectado en las Lomas del Coyote, reveló una textura porfirica hypocristalina, con la presencia de fenocristales de feldespato plagioclasa, de enstatita, de augita y granos de augita y magnetita, en una base vítrea; los fenocristales de plagioclasa (probablemente de labrador y andesina) se presentan incoloros, algunos algo turbios, con sus contornos interrumpidos por pequeñas entradas y con inclusiones de vidrio pardo. Los minerales ferro-magnesianos son hyperstena (enstatita) y augita; la enstatita se presenta en prismas alargados, ligeramente corroídos, sin pleocroísmo y contienen también inclusiones de magnetita. La base en que están embebidos los constituyentes anteriores consiste en pequeños cristales y microlitas de feldespato, augita, granos de magnetita y vidrio pardo rico en óxidos de fierro, correspondiendo, por lo tanto, la descripción anterior á una andesita de pyroxena.

Al Norte de la región estudiada, entre el rancho de Las Tinajas, Palpan y la cuadrilla de Palo Grande, se presenta una corriente de basalto, metamorfizando á las calizas; el basalto de esta corriente afecta en algunos puntos, por una notable disminución de olivino, la apariencia de una labradorita.

#### Tectónica

Los movimientos orogénicos que afectaron á la región, posteriormente al depósito de los sedimentos cretácicos que hemos estudiado, produjeron el levantamiento de sus lechos, los cuales fueron inclinados, fracturados ó plegados más ó menos, originando así las sierras y eminencias que hoy vemos cubiertas por sedimentos más

modernos y cortados, y aun cubiertas por rocas eruptivas.

Las calizas que se encuentran en la parte superior de estas sierras y eminencias, formaron pliegues muy abiertos ó fueron fracturadas, pues por su rigidez no se prestaron á la compresión; las pizarras arcillosas, mucho más plásticas, resistieron mejor al fracturamiento y formaron pliegues más pequeños. Por la acción de estos esfuerzos tectónicos se formó un sistema conjugado de diaclasas, cuyos rumbos dominantes son:  $15^{\circ}$  á  $25^{\circ}$  N.E. y  $60^{\circ}$  á  $70^{\circ}$  N.W., casi verticales ó con fuertes inclinaciones; en el camino de Tetecala á Actopan existen con rumbos de  $15^{\circ}$  á  $20^{\circ}$  N.E. y con echado de  $60^{\circ}$  á  $70^{\circ}$  N.W.; cerca del hundimiento, en el cerro de Sartenejas, su rumbo es de  $25^{\circ}$  N.E. con echado al N.W.  $75^{\circ}$ ; en Las Tinajas su dirección es de  $10^{\circ}$  N.E. y  $65^{\circ}$  N.W. y son verticales; en las faldas S.E. del cerro del Ayoche, su rumbo es N.S. y echado al W.  $70^{\circ}$ ; en la caverna de Cacahuamilpa, cerca de la entrada  $12^{\circ}$  N.W. y vertical; arriba de Las Bocas, á un lado del camino á Taxco,  $10^{\circ}$  N.W. y vertical. Estas diaclasas desempeñan un papel importante en la circulación de las aguas subterráneas de la región, y ejercen una influencia directa, como veremos más adelante, en la formación de hundimientos del terreno, criando líneas de menor resistencia.

#### Naturaleza del fenómeno producido

Al S.W. de Tetecala y á corta distancia de esa población se levanta casi aislada, como ya dijimos, la sierrita de Jumiltepec, constituida en su totalidad, por calizas, según acabamos de ver en el estudio geológico

de la región; esta pequeña sierra corre próximamente de N.W. á S.E. y en ella se destacan tres cimas principales: la de Jumiltepec, la del Terrón y la de Sartenejas, llamada también de la Lagunilla, cuya altura sobre el nivel del mar es de 1,360 m.; 35° al N.W. de la última cima mencionada y como á quinientos metros de distancia, se forma una pequeña meseta, en la cual se ve un agujero de forma elíptica irregular, de paredes verticales y de más de cien metros de profundidad; un levantamiento de su contorno, que hicimos con brújula de mano y cinta, nos permitió apreciar sus verdaderas dimensiones y orientación; según ese levantamiento, el eje mayor de la elipse tiene una longitud de 101 metros y una orientación de 60° N.W., y el eje menor 71 metros y 32° N.E.; muy cerca del borde del agujero se veían, en la época de nuestra visita (26 de Octubre del presente año), grietas que seguían la curvatura del borde y que se habían formado al irse aflojando gradualmente grandes pedazos de las paredes, los que, seguramente, se desprenderán más tarde. Además, alrededor del agujero y principalmente hacia el S.W., se veía esparcido un material formado por pequeños fragmentos de caliza, de tres milímetros á dos centímetros y medio de tamaño; este material fragmentario que, por otra parte, no existía en gran cantidad, debió haber sido proyectado por la violencia con que se efectuó el hundimiento. Asumándose por el borde del agujero se percibía gran parte de su fondo completamente ocupado por pedacería de caliza, sin ninguna huella de la vegetación que existió antes en el terreno hundido, y solamente hacia el costado N.W., ya muy cerca del fondo, se podía ver el principio de una cavidad subterránea (marcada con puntos

en el levantamiento adjunto). El lugar en que se forma la pequeña meseta antes citada se encuentra á 1,302 metros de altura sobre el nivel del mar y es conocida en la localidad con el nombre de Las Sartenejas, y en este paraje se notan las señales de una ciénega que se forma en tiempo de lluvias y cuyas aguas se resumen en esa parte del cerro; como datos para la situación exacta del lugar en que se efectuó el hundimiento, damos su rumbo con respecto á Tetecala:  $75^{\circ}$  S.W. y su distancia en línea recta que es de tres kilómetros y medio.

Según los informes más veraces que pudimos obtener en la localidad, el temblor del día 12 de Octubre próximo pasado se sintió en Tetecala débilmente á las 10.30 p. m., y entre once y doce de la noche se oyó un ruido lejano, habiendo sido informadas, al día siguiente, las autoridades, de que en el lugar llamado Las Sartenejas, á un lado del camino para Michapa, y en terrenos de la Hacienda de San Ignacio Actopan, en los límites de las Municipalidades de Tetecala y Coatlán del Río, se había hundido una porción de terreno, hundimiento que, según los vecinos de los contornos, se produjo acompañado de varios ruidos sucesivos y con desprendimiento de olor "azufroso."

Los lechos de las calizas en ese lugar tienen, como hemos dicho, un rumbo variable entre  $65^{\circ}$  y  $80^{\circ}$  N.W., con echado al N.E., comprendido entre  $30^{\circ}$  y  $50^{\circ}$ , y presentan algunas fracturas con dirección de  $25^{\circ}$  N.E. é inclinación  $75^{\circ}$  al N.W.; es importante hacer notar que la inspección cuidadosa de la superficie del terreno no nos reveló ningún movimiento de deslizamiento y sólo se notaba la interrupción de los estratos en el

lugar donde se produjo el hundimiento; pudiéndose comparar éste, por su forma, á un enorme pozo ó tiro de mina que se hubiera abierto verticalmente en la meseta á que hemos hecho referencia.

Teniendo en cuenta las observaciones anteriores y la naturaleza geológica del terreno, podemos decir que el fenómeno producido es un accidente característico de los países calcáreos, originado por la acción largo tiempo prolongada, de las aguas meteóricas, las cuales en su curso subterráneo, minan y corroen los conductos por donde circulan, formando en el interior de las rocas calizas, grandes cavidades, en cuyas bóvedas, cada vez que faltan los sostenes naturales, se efectúan hundimientos de más ó menos consideración.

La infiltración, es decir la penetración del agua á través de las rocas, se produce solamente en los terrenos permeables que son, generalmente, los terrenos porosos; pero muchas rocas deben su permeabilidad á las diaclasas, que en todos sentidos las atraviesan. Esta permeabilidad que Daubrée<sup>1</sup> ha llamado "permeabilidad en grande," se presenta particularmente en las calizas de todas las edades geológicas, y ya hemos tenido ocasión de referirnos antes á su existencia en las calizas de la región. Como es bien sabido, esta permeabilidad en grande desempeña, en el régimen de las aguas subterráneas, un papel muy importante, y es evidente que á favor de las diaclasas que existen en estas calizas, el agua ha podido por erosión, corrosión y presión hidrostática originar cavidades, formando grutas y cavernas, como las que se encuentran en la sierra de

---

1 A. Daubrée. "Les eaux souterraines à l'époque actuelle." Paris, 1887. Tomo I, págs. 16 y 17.



Cacahuamilpa, que tan estrechas relaciones genéticas tiene con la sierrita de Jumiltepec.

Por otra parte, se han expuesto ya varias teorías<sup>1</sup> para explicar el modo de formación de estas excavaciones naturales, en las cuales se admite, respectivamente como causa *exclusiva* de estos fenómenos:

I. Una acción mecánica interior (existencia de espacios huecos interiores).

II. Una acción mecánica exterior (erosiones superficiales por las aguas torrenciales absorbidas).

III. Una acción química exterior (disolución de las calizas por el aire y agua atmosféricos, cargados de ácido carbónico) y

IV. Una acción química interior (chimeneas de erupciones geyserianas).

Cada una de estas teorías cuenta con más ó menos partidarios, y no entraremos en la discusión de cada una de ellas; diremos solamente que, con excepción de la cuarta, que nos parece enteramente inaplicable al caso actual, podrían aceptarse, como causas determinantes para el fenómeno producido, las expresadas por las tres primeras teorías; pero no obrando aisladas, sino combinadas en mayor ó menor grado, y ejerciendo su acción de una manera continua; y diremos, por último, que para el caso actual admitimos, con Daubrée, que las grietas preexistentes en las rocas calcáreas tienen una influencia directa en la producción de fenómenos de la naturaleza del presente, criando líneas de menor resistencia, pudiendo considerarse á una diaclasa ó á un grupo de diaclasas, como el origen pri-

---

1 E. A. Martel. "Les Abimes," París, 1894, págs. 514 y sig.



mitivo de las cavidades subterráneas; y que aceptamos con Martel,<sup>1</sup> que las excavaciones en las cuales domina la dirección vertical, poseen caracteres comunes y orígenes semejantes, siendo estos orígenes debidos, principalmente, á la acción interior de las aguas que provocan la ruptura y perforación de los estratos y forman, por consiguiente, hundimientos generalmente verticales.

Queriendo comprobar la existencia de hundimientos de naturaleza semejante en la sierrita de Cacahuamilpa, visitamos sus alrededores y pudimos ver entonces en ella dos hundimientos enteramente iguales al de Sartenejas; uno de ellos se encuentra en el cerro de La Corona, á un lado del camino á Taxco, sus paredes son también verticales y sus dimensiones poco diferentes de las de aquel hundimiento.

En Cacahuamilpa el trabajo de las aguas subterráneas no se ha limitado solamente á provocar esta clase de hundimientos; sino que, además de las grutas, cavernas y ríos subterráneos, ha dado origen á algunos hundimientos que afectan la superficie del terreno, produciendo resbalamientos ó deslizamientos. El 3 de Septiembre de 1879, tuvo lugar, según el Profesor Bárcena,<sup>2</sup> uno de estos fenómenos geológicos en los alrededores de aquella población, habiéndose cuarteado el terreno, según dice en su descripción, en más de una legua de extensión, hundido en algunos puntos y en otros resbalando las pendientes de la montaña. Actualmente no existen sino huellas de ese hundimiento, que según los vecinos de la localidad, tuvo lugar en el cerro del Jumíl, donde hoy se encuentra un manantial.

---

<sup>1</sup> Loc. cit., pág. 521.

<sup>2</sup> M. Bárcena. Tratado de Geología, México, 1885, pág. 383.

Para terminar, advertiremos que puede considerarse como causa favorable; pero de ninguna manera directa, para la producción de este hundimiento, el temblor de tierra que débilmente se sintió el día 12 de Octubre próximo pasado, en una extensa zona de la República; lo que, por otra parte, se comprende fácilmente, pues en un terreno, cuyo equilibrio es inestable, por las causas ya estudiadas, puede ser destruido instantáneamente este equilibrio en determinado momento, por un movimiento del terreno, aun siendo ligero.

Diremos también que no es inverosímil que se haya percibido algún olor sulfuroso al producirse el hundimiento; pues ya hemos hecho notar que las calizas de la región son bastante fétidas y puede haberse desprendido gas ácido sulfhídrico, bajo la influencia del calor desarrollado por el choque y frotamiento de las grandes masas calizas puestas en movimiento al caer.

### Conclusiones

Por todo lo anteriormente expuesto se puede llegar á las siguientes conclusiones:

1.<sup>a</sup> El fenómeno producido la noche del 12 de Octubre próximo pasado en terrenos de la jurisdicción de Tetecala, es un accidente característico de los terrenos calcáreos.

2.<sup>a</sup> Fué originado, en nuestro concepto, por la acción largo tiempo prolongada de las aguas que circulan en el interior de las calizas de la región, á favor de la permeabilidad en grande que poseen estas rocas.

3.<sup>a</sup> El citado fenómeno es completamente independiente de las acciones volcánicas, y el temblor de la

noche del 12, sin ser su causa directa, pudo haber favorecido su producción.

4.<sup>a</sup> No es la primera vez que se producen en la región estudiada, hundimientos de la naturaleza del presente; sino que en otras épocas y por las mismas causas, se han producido en condiciones enteramente iguales ó con deslizamiento del terreno, y

5.<sup>a</sup> No es remoto, por lo tanto, que se repitan, en lo futuro, fenómenos semejantes en las formaciones calcáreas de la región.

Instituto Geológico Nacional.—México, Noviembre 17 de 1908.







PARERGONES

DEL

INSTITUTO GEOLOGICO DE MEXICO

**TOMO II.—NUMERO 10**





INSTITUTO GEOLOGICO DE MEXICO

DIRECTOR: JOSÉ G. AGUILERA

CATALOGO

p. 388

DE

LOS TEMBLORES

(MACROSEISMOS)

SENTIDOS EN LA REPUBLICA MEXICANA

DURANTE LOS AÑOS DE 1904 A 1908



MEXICO

IMPRESA Y FOTOTIPIA DE LA SECRETARIA DE FOMENTO

Callejón de Betlemitas núm. 8

—  
1909



---

CATALOGO  
DE LOS  
TEMBLORES SENTIDOS EN LA REPUBLICA MEXICANA  
DURANTE  
LOS AÑOS DE 1904 A 1908

---

AÑO DE 1904

---

**Mes de Enero**

*Enero 3.*—En la Capital (México), á las 2 h. 48 m. p. m. se sintió un ligero temblor oscilatorio con una duración aproximada de 52 segundos. El estilete del seismógrafo trazó una elipse cuyo eje mayor dirigido de E.N.E. á W.S.W. mide una longitud de 110 milímetros y su eje menor 48.

Se tiene noticia de haberse sentido en las siguientes localidades:

Toluca (Estado de México), á las 2 h. 49 m. p. m. temblor oscilatorio de N.E. á S.W. con duración aproximada de 6 segundos.

Hacienda de Acozac, Ixtapaluca (Estado de México), á las 2 h. 50 m. p. m. se sintió temblor oscilatorio de N. á S. y de E. á W. y también trepidatorio, duración 1 minuto 15 segundos. Cielo despejado y viento fuerte del S.E.

Jalapa (Estado de Veracruz), á las 2 h. 57 m. p. m. sintióse en ésta ligero temblor oscilatorio, dirección S.S.E. á N.N.W., duración 15 segundos.

Puebla (Estado de Puebla), temblor trepidatorio y oscilatorio á las 2 h. 58 m. p. m., duración 12 segundos; dirección S.S.E. á N.N.W., intensidad media.

Zacapoaxtla (Estado de Puebla), á las 2 h. 45 m. p. m., fuerte temblor oscilatorio de E. á W., duración 15 segundos, habiendo destruído parte de la torre del reloj.

Teziutlán (Estado de Puebla), á las 2 h. 45 m. p. m., temblor oscilatorio, duración 15 segundos.

Cuautla (Estado de Morelos), á las 2 h. 44 m. p. m., temblor trepidatorio, duración 11 segundos.

Cuernavaca (Estado de Morelos), á las 2 h. 48 m. p. m., temblor trepidatorio y oscilatorio de S. á N., duración 37 segundos.

Iguala (Estado de Guerrero), á las 2 h. 44 m. p. m., temblor trepidatorio, duración 15 segundos.

Mexcala (Estado de Guerrero), á las 2 h. 46 m. p. m., fuerte temblor trepidatorio, duración aproximada 30 segundos.

Chilapa (Estado de Guerrero), á las 2 h. 40 m. p. m., fuerte temblor trepidatorio de larga duración.

Tlapa (Estado de Guerrero), á las 2 h. 40 m. p. m., fuerte temblor oscilatorio de S. á N.

Pochutla (Estado de Oaxaca), á las 2 h. 42 m. p. m., temblor trepidatorio y oscilatorio de E. á W., duración 40 segundos.

Teposcolula (Estado de Oaxaca), temblor trepidatorio, tres movimientos, 2 trepidatorios y el último oscilatorio de S. á N., duración 20 segundos.

Tlaxiaco (Estado de Oaxaca), á las 2 h. 47 m. p. m.,

temblor oscilatorio de N. á S., duración 35 segundos.

Juxtlahuaca (Estado de Oaxaca), á las 2 h. 45 m. p. m., temblor trepidatorio, 45 segundos de duración.

Silacayoapan (Estado de Oaxaca), á las 2 h. 42 m. p. m., temblor trepidatorio y oscilatorio de S. á N., duración 40 segundos.

Chilpancingo (Estado de Guerrero), á las 2 h. 45 m. p. m., fuerte temblor oscilatorio de S. á N., duración 35 segundos.

Dos Arroyos (Estado de Guerrero), á las 2 h. 55 m. p. m., fuerte temblor acompañado de ruidos subterráneos, duración 50 segundos.

Ayutla (Estado de Guerrero), á las 2 h. 55 m. p. m., fuerte temblor oscilatorio de S. á N., duración 5 segundos.

San Luis Allende (Estado de Guerrero), á las 2 h. 55 m. p. m., fuerte temblor, comenzando oscilatorio, cambiando luego á trepidatorio acompañado de ruido subterráneo, duración 59 segundos.

Pinotepa (Estado de Oaxaca), á las 2 h. 45 m. p. m., fuerte temblor oscilatorio y trepidatorio.

Jamiltepec (Estado de Oaxaca), á las 2 h. 40 m. p. m., temblor oscilatorio.

Juquila (Estado de Oaxaca), á las 2 h. 41 m. p. m., fuerte temblor trepidatorio, duración 20 segundos.

Pochutla (Estado de Oaxaca), á las 2 h. 40 m. p. m., fuerte temblor oscilatorio, duración 15 segundos.

San Jerónimo (Estado de Guerrero), á las 2 h. 45 m. p. m., fuerte temblor de oscilación de N. á S., duración 20 segundos.

Aguas Blancas (Estado de Guerrero), fuerte temblor de N. á S., duración 20 segundos.



Ometepec (Estado de Guerrero), á las 2 h. 50 m. p. m., temblor trepidatorio al principio y oscilatorio después, duración 58 segundos.

*Enero 9.*—Hoy, á las 8 h. 27 m. de la noche se sintió en la Capital (México) un ligero temblor oscilatorio de N.W. á S.E., su duración aproximada fué de 11 segundos.

El péndulo del seismógrafo del Observatorio marcó una elipse cuyo eje mayor fué de 4 centímetros y el menor de 1 centímetro. Se tiene noticia de haberse sentido en las siguientes localidades:

Chilpancingo (Estado de Guerrero), á las 8 h. 18 m. p. m., temblor oscilatorio de corta duración.

Teposcolula y Tlaxiaco (Estado de Oaxaca), á las 8 h. 25 m. p. m., temblor oscilatorio, dos movimientos, ruido sonoro en conductor, media hora antes.

Silacayoapan (Estado de Oaxaca), á las 8 h. 22 m. p. m., ligero temblor oscilatorio de S. á N., duración 3 segundos.

Tierra Colorada (Estado de Guerrero), á las 8 h. 25 m. p. m., temblor trepidatorio, duración 17 segundos.

San Marcos de Guerrero, á las 8 h. 20 m. p. m., fuerte temblor oscilatorio de S. á N., duración 11 segundos.

Ayutla (Estado de Guerrero), á las 9 h. 20 m. p. m., fuerte temblor oscilatorio de S. á N., de corta duración.

San Luis de Allende (Estado de Guerrero), á las 9 h. 20 m. p. m., temblor oscilatorio, duración 3 segundos.

Ometepec (Estado de Oaxaca), á las 8 h. 25 m. p. m., temblor oscilatorio, duración 3 segundos.

*Enero 11.*—San Marcos (Estado de Guerrero). En la tarde ligero temblor; en la noche otro igual.

*Enero 18.*—Mexcala (Estado de Guerrero), á las 8 h. 10 m. p. m., temblor de tierra.

*Enero 30.*—San Juan Bautista (Estado de Tabasco), ligero temblor trepidatorio, á las 3 h. 00 m. a. m.

Ometepec (Estado de Oaxaca), á las 4 h. 00 m. a. m., temblor oscilatorio, duración 5 segundos.

#### Mes de Febrero

*Febrero 2.*—Pochutla (Estado de Oaxaca), á las 2 h. 50 m. a. m., temblor oscilatorio de S. á N., duración 20 segundos.

*Febrero 4.*—Mexcala (Estado de Guerrero), á las 6 h. 40 m. p. m., temblor oscilatorio con ruido subterráneo, duración 15 segundos.

*Febrero 15.*—Pochutla (Estado de Oaxaca), á las 2 h. 35 m. a. m., fuerte temblor oscilatorio, duración 25 segundos.

Ometepec (Estado de Oaxaca), á las 6 h. 50 m. a. m., temblor oscilatorio, duración 4 segundos.

*Febrero 21.*—Tierra Colorada (Estado de Guerrero), á las 12 h. 50 m. p. m., temblor de corta duración.

#### Mes de Marzo

*Marzo 12.*—San Luis de Guerrero, á las 3 h. 50 m. p. m., temblor oscilatorio de N. á S., duración 4 segundos.

*Marzo 22.*—Mexcala (Estado de Guerrero), á las 4 h. 38 m. p. m., ruido subterráneo.

*Marzo 23.*—En la Capital (México), á las 11 h. 20 m. p. m., ligerísimo temblor oscilatorio de duración inapreciable.

Se sintió en las siguientes localidades:

Guadalajara (Estado de Jalisco), á las 11 h. 03 m. 10 s., temblor oscilatorio que duró hasta las 11 h. 03 m. 50 s., máxima intensidad á los 30 segundos hasta los 40; oscilaciones del E.N.E. al W.S.W., varias trepidaciones.

Guadalajara, á las 11 h. 5 m. (hora de México), fuerte temblor oscilatorio, dirección N.E. á S.W., duración 40 segundos; la intensidad fué creciente siendo el máximo á los 26 segundos; presión aumentó 2 milímetros 3 décimos; viento débil; cielo nublado.

Guadalajara, temblor oscilatorio á las 11 h. 03 m. p. m.

Pénjamo (Estado de Guanajuato), á las 11 h. 04 m. p. m., temblor oscilatorio y trepidatorio, movimiento de N.W. á S.E.

Coahuayana (Estado de Michoacán), á las 11 h. 15 m. p. m., temblor oscilatorio de E. á W., duración 10 segundos, poca intensidad, y sin circunstancias notables.

Coalcomán (Estado de Michoacán), á las 11 h. 15 m. p. m., temblor con los mismos datos que el anterior.

Aguililla (Estado de Michoacán), lo mismo que el anterior.

Autlán (Estado de Jalisco), á las 11 h. 5 m. p. m., sintióse fuerte temblor oscilatorio de N. á S., duración 10 segundos; de trepidación 20 segundos. Antecedió fuerte calor, y repitió á las 12 h. 32 m., duración inapreciable y varios edificios cuarteados.

Mascota (Estado de Jalisco), á las 11 h. 02 m. p. m., se oyó ruido subterráneo seguido de muy fuerte temblor oscilatorio, con dirección de S. á N.

Atemajac (Estado de Jalisco), á las 11 h. 05 m. p. m., fuerte temblor trepidatorio, duración aproximada de 15 segundos.

Jalpa (Estado de Jalisco), á las 11 h. 00 m. p. m., temblor oscilatorio de S. á N., con duración de 40 segundos.

Ahualulco (Estado de Jalisco), á las 11 h. 03 m. p. m., fuerte temblor oscilatorio, duración aproximada 14 segundos.

Colima (Estado de Colima), á las 11 h. 04 m. p. m., fuerte temblor oscilatorio, duración 10 segundos; dirección de N. á S.

Zamora (Estado de Michoacán), á las 11 h. 04 m. p. m., temblor trepidatorio y oscilatorio de S.E. á N.W., duración 15 segundos.

Unión de Tula (Estado de Jalisco), á las 11 h. 05 m. p. m., fuerte temblor, duración 32 segundos; 12 de oscilación de S. á N. y 20 de trepidación; viniendo acompañado dicho fenómeno de fuertes ruidos subterráneos.

Cocula (Estado de Jalisco), á las 11 h. 05 m. p. m., fuerte temblor trepidatorio, duración 10 segundos.

Sayula (Estado de Jalisco), á las 11 h. 04 m. p. m., fuerte temblor oscilatorio y trepidatorio, duración aproximada 35 segundos.

San Sebastián (Estado de Jalisco), á las 11 h. 02 m. p. m., se sintió fuerte temblor oscilatorio de S. á N., duración 45 segundos.

Zacoalco (Estado de Jalisco), á las 11 h. 00 m. p. m., temblor oscilatorio, duración aproximada 12 á 15 segundos.

Huachinango (Estado de Jalisco), á las 11 h. 02 m.

p. m., sintiéronse ruidos subterráneos siguiendo fuerte temblor oscilatorio de S. á N., duración 10 segundos.

Juchitlán (Estado de Jalisco), á las 11 h. 00 m. p. m., sintióse fuerte temblor oscilatorio de S. á N., duración 3 segundos.

Tepic (Territorio de Tepic), á las 11 h. 05 m. p. m., sintióse temblor oscilatorio de regular intensidad, de S. á N., duración aproximada de 20 segundos.

Ameca (Estado de Jalisco), á las 11 h. 02 m. p. m., sintióse fuerte temblor trepidatorio, finalizando oscilatorio de S. á N., duración 12 segundos.

Tecolotlán (Estado de Jalisco), á las 11 h. 05 m. p. m., sintióse fuerte temblor oscilatorio de N. á S., precedido de ruidos subterráneos, duración 10 segundos.

Ixtlán (Estado de Jalisco), á las 11 h. 00 m. p. m., sintióse fuerte temblor oscilatorio de W. á E., siendo su duración aproximada de 8 segundos.

San Blas (Territorio de Tepic), á las 10 h. 30 m. p. m., se sintió temblor de oscilación de S.E. á N.W., duración 6 segundos.

Morelia (Estado de Michoacán), anoche á las 11 h. 00 m., sintióse temblor oscilatorio y trepidatorio, con duración de 15 segundos, y en los siguientes puntos: Cotija de la Paz, Los Reyes, Jiquilpan, Apatzingán y Zamora, la misma hora, movimientos y duración.

Santa Ana (Estado de Jalisco), á las 11 h. 03 m. p. m., sintióse temblor al principio de trepidación y al fin oscilatorio de E. á W., acompañado de fuerte ruido subterráneo, duración aproximada 25 segundos.

Etzatlán (Estado de Jalisco), á las 11 h. 05 m., sintióse fuerte temblor oscilatorio de E. á W., duración aproximada 5 segundos.

San Gabriel (Estado de Jalisco), á las 11 h. 03 m. p. m., sintióse fuerte temblor de tierra de trepidación al principio y oscilación al fin, precedido de ruidos subterráneos, duración 25 segundos aproximadamente.

Japalpa (Estado de Jalisco), á las 11 h. 03 m. p. m., fuerte sacudimiento trepidatorio, duración aproximada 22 segundos.

San Martín Hidalgo (Estado de Jalisco), á las 11 h. 03 m. p. m., sintióse fuerte temblor oscilatorio de E. á W., duración aproximada 15 segundos.

Colima (Estado de Colima), á las 10 h. 45 m. p. m., temblor oscilatorio de intensidad media de N.N.W. á S.S.E., duración aproximada 15 segundos, escasa actividad volcánica ayer y hoy.

Ahuacatlán (Estado de Jalisco), á las 11 h. 05 m. p. m., sintióse fuerte temblor oscilatorio de E. á W., primero, y de N. á S. después, duración 8 segundos.

Guadalajara (Estado de Jalisco), á las 11 h. 02 m. p. m., se sintió en ésta un temblor bastante fuerte acompañado de ruidos subterráneos y de una duración que estimé en 45 segundos; se sintió en ésta una fuerte trepidación al oírse el ruido subterráneo, siguiendo después dos oscilaciones, la primera de N. á S. y terminando marcadamente de N.E. á S.W. El estado de tiempo en ese momento era cielo despejado, con ligeros cirrus, calma y caluroso.

Huejotitán (Estado de Jalisco), á las 11 h. 00 m. p. m., temblor trepidatorio al principio, seguido después por una trepidación fuerte, terminando con ligera oscilación de N.E. á S.W. Duración 30 segundos y se notaron como estado del tiempo, cielo despejado; cirrus transparentes; calma completa. El péndulo marcó la



trepidación y una pequeña elipse de 24 milímetros por eje mayor y 12 milímetros por eje menor.

*Marzo 24.*—Ayutla (Estado de Guerrero), á las 9 h. 23 m. a. m., se sintió temblor oscilatorio de S. á N., corta duración.

*Marzo 25.*—La Unión de Guerrero, á las 4 h. 00 m. a. m., ligero temblor trepidatorio y oscilatorio, de S.W. á N.E., duración 3 segundos. El ruido que le precedió se dejó oír 10 segundos antes y después.

*Marzo 28.*—Villa Alta (Estado de Oaxaca), á las 9 h. 24 m. 30 s., ligero temblor, con movimiento trepidatorio, duración 5 segundos. Tiempo nublado antes y despejado después del fenómeno.

*Marzo 28.*—Coapan (Estado de Oaxaca), á las 9 h. 25 m. a. m., ligero movimiento sísmico, de trepidación, duración 7 segundos. Estado del tiempo, desde ayer, nublado y ventoso. Hoy amaneció cayendo ligera lluvia. Sigue viento y nublazón.

#### Mes de Abril

*Abril 2.*—En la Capital (México), á las 6 h. 30 m. p. m., temblor oscilatorio de N. á S., duración 7 segundos; el estilete del seismógrafo del Observatorio Central trazó una elipse cuyo eje mayor mide 65 milímetros y el menor 20 milímetros. •

Se sintió en las siguientes localidades:

Iguala (Estado de Guerrero), á las 5 h. 26 m. p. m., temblor oscilatorio de E. á W., duración 4 segundos.

Mexcala (Estado de Guerrero), á las 5 h. 26 m. p. m., temblor oscilatorio.

Taxco (Estado de Guerrero), á las 6 h. 27 m. p. m., temblor oscilatorio.

Chilpancingo (Estado de Guerrero), á las 5 h. 25 m., temblor oscilatorio de E. á W., duración 10 segundos.

Unión de Guerrero (Estado de Guerrero), á las 6 h. 29 m. p. m., ligero temblor.

Zihuatanejo (Estado de Guerrero), á las 5 h. 40 m. p. m., ligero temblor trepidatorio.

San Luis de Guerrero, á las 5 h. 30 m. p. m., temblor fuerte oscilatorio de N. á S., duración 6 segundos.

Oaxaca (Estado de Oaxaca), á las 10 h. 15 m. p. m., ligero temblor oscilatorio de S. á N.

Toluca (Estado de México), á las 6 h. 28 m. p. m., temblor trepidatorio, 6 segundos de duración.

*Abril 4.*—Pinotepa (Estado de Oaxaca), á las 6 h. 30 m. p. m., ligero temblor trepidatorio.

*Abril 12.*—En la Capital (México), á las 4 h. 38 m. p. m., temblor oscilatorio. El péndulo dibujó tres elipses, la primera de N.N.W. á S.S.E., de 17 milímetros en su eje mayor por 6.5 del menor; la segunda de N.N.E. á S.S.W., eje mayor 10 milímetros por 6 el menor, y la tercera de E.N.E. á W.S.W., de 8.5 milímetros su eje mayor por 3 el menor. Duración aproximada 8 segundos.

Se sintió en las siguientes localidades:

Uruapan (Estado de Michoacán), á las 4 h. 34 m. p. m., ligero temblor oscilatorio de N.E. á S.W., duración 43 segundos.

Puebla (Estado de Puebla), á las 4 h. 37 m. p. m., movimiento oscilatorio de E. á W., duración 7 segundos.

Tlalnepantla (Estado de México), á las 4 h. 44 m. p.

m., temblor oscilatorio que duró como 11 segundos sin causar perjuicio alguno.

Toluca (Estado de México), á las 4 h. 38 m. p. m., temblor trepidatorio, duración 5 segundos, interrupción 5, y luego oscilatorio de N.W. á S.E., duración 30 segundos.

Puebla (Estado de Puebla), á las 4 h. 50 m. p. m., temblor oscilatorio muy ligero; dirección S.S.W. á N.N.E., duración 25 segundos, intensidad casi inapreciable, interrupción una.

Zapotlán (Estado de Jalisco), á las 4 h. 30 m. p. m., ligero temblor oscilatorio en esta población.

Toluca (Estado de México), á las 4 h. 04 m. p. m., sintióse temblor oscilatorio de E. á W., duración 5 segundos.

Cuernavaca (Estado de Morelos), á las 4 h. 41 m. p. m., fuerte temblor de poca duración.

Ixtla (Estado de Guerrero), temblor, duración 20 segundos.

Iguala (Estado de Guerrero), á las 4 h. 38 m. p. m., temblor oscilatorio.

Taxco (Estado de Guerrero), á las 4 h. 35 m. p. m., ligero temblor trepidatorio.

Mexcala (Estado de Guerrero), á las 4 h. 28 m. p. m., temblor trepidatorio y ruidos subterráneos, duración 15 segundos; á las 6 h. 05 m. p. m., repitió ligero temblor.

Chilpancingo (Estado de Guerrero), á las 4 h. 42 m. p. m., y 5 h. 25 m. p. m., dos movimientos sísmicos de corta duración y oscilatorios.

Chilapa (Estado de Guerrero), á las 4 h. 42 m. p. m. y 5 h. 25 m. p. m., temblores de corta duración.

Tlapa (Estado de Guerrero), á las 4 h. 42 m. y á las 5 h. 25 m. p. m., dos movimientos seísmicos de corta duración.

Teposcolula (Estado de Oaxaca), ligero temblor oscilatorio entre las 5 y las 6 h. 00 m., duración aproximada 15 segundos.

La Barca (Estado de Jalisco), á las 4 h. 40 m. p. m., temblor oscilatorio, dirección N.E. á S.W., duración 5 segundos.

Zamora (Estado de Michoacán), á las 4 h. 37 m. p. m., temblor oscilatorio, duración 10 segundos.

La Unión (Estado de Guerrero), á las 4 h. 35 m. p. m., fuerte temblor oscilatorio de S. á N., duración 15 segundos.

Zihuatanejo (Estado de Guerrero), á las 4 h. 35 m. p. m., fuerte temblor oscilatorio de N. á S., duración 15 segundos.

San Jerónimo (Estado de Guerrero), á las 4 h. 50 m. p. m., repitió temblor fuerte con ruidos subterráneos, duración 8 segundos; á las 6 h. 00 m. volvió á repetir con mayor fuerza, también oscilatorio, y duración 15 segundos.

Aguas Blancas (Estado de Guerrero), dos fuertes temblores trepidatorios de S. á N., á las 4 h. 35 m. p. m.; repitió á las 4 h. 50 m. p. m., duraciones 15 y 10 segundos respectivamente.

Jalapa (Estado de Veracruz), á las 4 h. 37 m. p. m., ligero temblor oscilatorio de corta duración.

Morelia (Estado de Michoacán), á las 4 h. 35 m. p. m., tiempo local, temblor rotatorio al principio y terminando oscilatorio, de N. á S. Diámetro del círculo descrito 4 centímetros y 3 milímetros.

Eje mayor de la elipse trazada  $6\frac{1}{2}$  centímetros; eje menor 2 centímetros y 2 milímetros.

San Luis de Guerrero, á las 4 h. 38 m. p. m., sintióse fuerte terremoto, duración 30 segundos. Repitió á las 6 h. 04 m., con suaves oscilaciones.

Colima (Estado de Colima), á las 4 h. 23 m. p. m., ligero temblor oscilatorio de S. á N., duración 30 segundos.

La Unión de Guerrero (Estado de Guerrero). Según opinión general, hubo tres temblores entre las 4 h. 35 m., 4 h. 55 m. y 6 h. 00 m. p. m., no pudo precisarse tiempo, duración ni dirección.

San Gabriel (Estado de Jalisco), á las 4 h. 37 m. p. m., temblor oscilatorio, duración 5 segundos, no causó perjuicios.

El Oro (Estado de México), á las 4 h. 37 m. p. m., temblor trepidatorio, duración aproximada 18 segundos.

Iguala (Estado de Guerrero), á las 4 h. 38 m., fuerte temblor oscilatorio de N. á S., su duración fué de 28 segundos.

Tehuacán (Estado de Puebla), á las 4 h. 35 m. p. m., temblor oscilatorio de poca intensidad, con duración de 15 segundos.

Texcoco (Estado de México), á las 4 h. 38 m. p. m., temblor oscilatorio de N.W. á S.E., duración 17 segundos.

San Jerónimo (Estado de Guerrero), á las 4 h. 40 m. p. m., fuerte temblor oscilatorio, duración 35 segundos. Repitió á los 10 minutos después con igual movimiento y duración.

Atlixco (Estado de Puebla), á las 4 h. 38 m. p. m., temblor oscilatorio, duración 4 segundos.

Matamoros Izúcar (Estado de Puebla), á las 4 h. 38 m. p. m., temblor oscilatorio, con duración de 4 segundos.

Tlaxcala (Estado de Tlaxcala), á las 4 h. 39 m. p. m., ligero temblor oscilatorio, duración 10 segundos.

Morelia (Estado de Michoacán), á las 4 h. 37 m. p. m., temblor trepidatorio y oscilatorio de N.W. á S.E., duración 4 segundos. También se sintió en todo el Estado de Michoacán.

Zamora (Estado de Michoacán), á las 4 h. 37 m. p. m., temblor oscilatorio, duración aproximada 10 segundos.

Toluca (Estado de México), á las 4 h. 38 m. p. m., temblor oscilatorio y trepidatorio, duración 30 segundos.

Tecamachalco (Estado de Puebla), á las 4 h. 36 m. p. m., ligero temblor oscilatorio, duración 5 segundos.

Tacámbaro (Estado de Michoacán), á las 4 h. 35 m. p. m., temblor oscilatorio de S.W. á N.E., duración 5 segundos.

*Abril 15.*—Mexcala (Estado de Guerrero), á 6 h. 25 m. a. m., ruidos subterráneos.

#### Mes de Mayo

*Mayo 1.º*—Oaxaca (Estado de Oaxaca), á las 5 h. 25 m. a. m., temblor oscilatorio.

Puebla (Estado de Puebla), á las 5 h. 35 m. a. m., temblor oscilatorio, dirección W.S.W. á E.N.E., duración 3 segundos, intensidad casi inapreciable.

Puebla (Estado de Puebla), á las 5 h. 25 m. a. m., temblor oscilatorio.



Jalapa (Estado de Veracruz), á las 5 h. 20 m. a. m., temblor oscilatorio de corta duración.

Chilpancingo (Estado de Guerrero), á las 5 h. 00 m. a. m., temblor oscilatorio, duración 10 segundos.

Nochixtlán (Estado de Oaxaca), á las 5 h. 15 m. a. m., temblor oscilatorio de N. á S., duración 20 segundos.

Tlaxiaco (Estado de Oaxaca), á las 5 h. 15 m. a. m., temblor oscilatorio, duración 15 segundos.

Juxtlahuaca (Estado de Oaxaca), á las 5 h. 15 m. a. m., temblor oscilatorio de N. á S., duración 15 segundos.

Silacayoapan (Estado de Oaxaca), á las 5 h. 25 m. a. m., temblor oscilatorio de N. á S., en dos movimientos y duración 10 segundos.

Teposcolula (Estado de Oaxaca), á las 5 h. 15 m. a. m., temblor de poca intensidad, oscilatorio, y duración 15 segundos, movimiento de E. á W.

Juchitán (Estado de Oaxaca), á las 5 h. 20 m. a. m., temblor oscilatorio poco intenso, pero sí de duración desusada, sin ruidos, y de duración 30 á 35 segundos.

Juquila (Estado de Oaxaca), á las 5 h. 16 m. a. m., fuerte temblor oscilatorio de S. á N., duración 35 segundos.

Jamiltepec (Estado de Oaxaca), á las 5 h. 15 m. a. m., fuerte temblor oscilatorio con ruidos subterráneos, duración 12 segundos.

Tecamachaleco (Estado de Puebla), á las 5 h. 20 m. a. m., fuerte temblor oscilatorio, duración 20 segundos.

Tlacolula (Estado de Oaxaca), á las 5 h. 18 m. a. m., fuerte temblor trepidatorio, duración 10 segundos.

Pinotepa (Estado de Oaxaca), á las 5 h. 40 m. a. m.,

fuerte temblor oscilatorio de S. á N., duración 10 segundos.

Pochutla (Estado de Oaxaca), á las 5 h. 20 m. a. m., fuerte temblor oscilatorio con ruidos subterráneos, duración 20 segundos. Cielo limpio.

Tehuacán (Estado de Puebla), á las 5 h. 20 m. a. m., fuerte temblor oscilatorio con duración de 25 segundos.

Ojitlán (Estado de Oaxaca), á las 5 h. 17 m. a. m., temblor trepidatorio, duración 5 segundos.

Ixtlán de Juárez (Estado de Oaxaca), á las 5 h. 15 m. a. m., temblor oscilatorio de E. á W., duración 24 segundos. Aspecto del tiempo, limpio y sereno.

Tehuantepec (Estado de Oaxaca), á las 5 h. 55 m. a. m., temblor trepidatorio de poca intensidad, duración 35 segundos, ligeros ruidos subterráneos.

Oaxaca (Estado de Oaxaca), á las 5 h. 25 m. a. m., temblor trepidatorio acompañado de bastante ruido subterráneo y duración de 30 á 35 segundos.

San Carlos Yautepec (Estado de Oaxaca), á las 5 h. 23 m. a. m., temblor oscilatorio de N.E. á S.W., duración 18 segundos y regular intensidad.

Esperanza (Estado de Veracruz), á las 5 h. 20 m. a. m., temblor oscilatorio, duración 30 segundos.

Tuxtepec (Estado de Oaxaca), á las 5 h. 30 m. a. m., movimiento sísmico oscilatorio, duración 20 segundos.

Choapan (Estado de Oaxaca), á las 5 h. 15 m. a. m., sintiéronse dos temblores oscilatorios de regular intensidad; duración del primero 25 segundos y del segundo 10 segundos. Estado del tiempo limpio y sereno.

Tlacotalpan (Estado de Veracruz), á las 5 h. 32 m. a. m., temblor oscilatorio de W.N.W. á E.S.E., y de N. á S., duración 20 segundos.

Jalapa (Estado de Veracruz), á las 5 h. 20 m. a. m., ligero temblor con dirección N.N.W. á S.S.E., duración aproximada 13 segundos.

*Mayo 15.*—Tapachula (Estado de Chiapas), á las 10. h. 25 m. a. m., fuerte temblor oscilatorio de 8 segundos de duración. Precedido de un ruido subterráneo, movimiento de E. á W. No hubo desgracias personales.

Tapanatepec (Estado de Oaxaca), á las 10 h. 23 m. p. m. temblor oscilatorio precedido de un fuerte retumbo, con duración de 6 segundos.

*Mayo 25.*—San Jerónimo (Estado de Guerrero), á las 6 h. 40 m. a. m., fuerte temblor trepidatorio, duración 5 segundos.

Aguas Blancas (Estado de Guerrero), á las 6 h. 40 m. a. m., ligero temblor trepidatorio, duración 6 segundos.

Teposcolula (Estado de Oaxaca), á la 1 h. 45 m. p. m., ruidos subterráneos.

#### Mes de Junio

*Junio 6.*—Ometepec (Estado de Oaxaca), á las 4 h. 20 m. a. m., fuerte temblor trepidatorio, duración 5 segundos.

Pinotepa (Estado de Oaxaca), á las 4 h. 20 m. a. m., fuerte temblor trepidatorio y oscilatorio, duración exacta 52 segundos.

Jamiltepec (Estado de Oaxaca), á las 4 h. 22 m. a. m., fuerte temblor trepidatorio, duración 42 segundos.

*Junio 7.*—Autlán (Estado de Jalisco), á las 2 h. 04 m. a. m., sintióse fuerte temblor oscilatorio y trepida-

torio; al cesar lluvia durante 5 horas. Fuerte sacudida, duración inapreciable. Ningunos estragos.

Colima (Estado de Colima), á la 1 h. 57 m. a. m., temblor trepidatorio, duración 4 segundos.

Colima (Estado de Colima), á la 1 h. 57 m. a. m., temblor trepidatorio de intensidad media, duración corta, acompañaron ruidos subterráneos.

*Junio 9.*—Tapachula (Estado de Chiapas), á las 12 h. 25 m. a. m., se sintió un ligero temblor oscilatorio de E. á W., suave, y de 9 segundos de duración, precedido de varios ruidos subterráneos antes y después. Ninguna desgracia personal que lamentar.

Toluca (Estado de México), temblor trepidatorio, duración 4 segundos.

Zihuatanejo (Estado de Guerrero), á las 6 h. 26 m. a. m., ligero temblor oscilatorio, 2 sacudimientos, duración 2 segundos cada uno.

San Jerónimo (Estado de Guerrero), á las 6 h. 30 m. a. m., ligero temblor de oscilación, duración 2 segundos.

Motozintla (Estado de Chiapas), á las 4 h. 00 m. a. m., se sintió temblor oscilatorio, duración 12 segundos, acompañado de ruidos subterráneos.

Tuxtla Gutiérrez (Estado de Chiapas), á la 1 h. 00 m., temblor oscilatorio, duración 15 segundos.

San Cristóbal (Estado de Chiapas), á las 4 h. 00 m. a. m., sintióse en ésta suave temblor oscilatorio, duración 7 segundos.

Comitán (Estado de Chiapas), á las 4 h. 00 m. a. m., temblor oscilatorio acompañado de ruido subterráneo, duración 12 segundos.

*Junio 10.*—Pochutla (Estado de Oaxaca), á las 3 h.

30 m. a. m., fuerte temblor oscilatorio de S. á N., duración 10 segundos, seguido de ruido subterráneo.

La Unión (Estado de Guerrero), á las 4 h. 07 m. p. m., temblor oscilatorio, duración 3 segundos.

*Junio 14.*—Tapachula (Estado de Chiapas), á las 10 h. 30 m. p. m., ligero temblor oscilatorio de E. á W., duración 5 segundos, precedido de ruido subterráneo. No causó desgracias.

*Junio 15.*—Juchitán (Estado de Oaxaca), á las 5 h. 35 m. a. m., fuerte temblor, duración 3 segundos. Ruido prolongado hasta 5 segundos.

*Junio 19.*—Teposcolula (Estado de Oaxaca), á las 8 h. 65 m. p. m., temblor oscilatorio de E. á W., duración 3 segundos.

*Junio 20.*—Tapachula (Estado de Chiapas), á las 11 h. 10 m. p. m., ligero temblor oscilatorio, 2 segundos, trepidatorio y precedido de ruido subterráneo.

#### Mes de Julio

*Julio 6.*—Tapana (Estado de Oaxaca), á las 6 h. 47 m. a. m., temblor oscilatorio, duración 3 segundos.

Juchitán (Estado de Oaxaca), á las 6 h. 50 m. a. m., temblor oscilatorio, duración 4 segundos.

*Julio 13.*—Juchitán (Estado de Oaxaca), á las 3 h. 45 m. a. m., temblor oscilatorio bastante suave, prolongándose hasta 30 segundos con irregulares movimientos de intensidad, precedió ligera lluvia.

Tapachula (Estado de Chiapas), á las 3 h. 50 m. a. m., se sintieron ligeros temblores oscilatorios, duración 9 segundos, de E. á W. precedidos de ruidos subterráneos. Causaron poca alarma.

San Cristóbal (Estado de Chiapas), á las 4 h. 00 m. p. m., temblor oscilatorio, duración 5 segundos.

Juchitán (Estado de Oaxaca), á las 3 h. 55 m. a. m., fuerte temblor oscilatorio, duración 12 segundos, precedido de retumbos.

Tapanatepec (Estado de Oaxaca), á las 3 h. 50 m. p. m., fuerte temblor, duración 52 segundos, seguido de ruidos subterráneos.

*Julio 16.*—Nochixtlán (Estado de Oaxaca), á las 6 h. 20 m. a. m., temblor ligero trepidatorio.

Teposcolula (Estado de Oaxaca), á las 6 h. 15 m. a. m., temblor oscilatorio de E. á W., duración 3 segundos.

*Julio 20.*—Ometepec (Estado de Oaxaca), en la noche temblor oscilatorio, duración 8 segundos.

San Luis Allende (Estado de Guerrero), temblor oscilatorio, duración 12 segundos.

Chilpancingo (Estado de Guerrero), á las 7 h. 40 m. p. m., ligero temblor oscilatorio, duración 5 segundos.

*Julio 25.*—Taxco (Estado de Guerrero), se sintió hoy en la mañana ligero temblor oscilatorio.

#### Mes de Agosto

*Agosto 7.*—Acapulco (Estado de Guerrero), á las 9 h. 35 m. a. m., temblor oscilatorio, duración 3 segundos.

*Agosto 13.*—Juchitán (Estado de Oaxaca), á la 1 h. 31 m. p. m., fuerte temblor oscilatorio y trepidatorio con ensordecedor ruido subterráneo, duración 7 segundos.

Tehuantepec (Estado de Oaxaca), á la 1 h. 38 m.



p. m., temblor con regular intensidad con movimiento brusco trepidatorio en su parte media, duración 6 segundos.

San Juan Evangelista (Estado de Veracruz), á la 1 h. 40 m. p. m., se sintió temblor oscilatorio de N. á S., duración 1 segundo.

Acayucan (Estado de Veracruz), á la 1 h. 40 m. p. m., se sintió temblor oscilatorio de N á S., duración 1 segundo.

*Agosto 25.*—San Jerónimo (Estado de Guerrero), á las 6 h. 18 m. p. m., fuerte temblor de movimiento oscilatorio, duración 6 segundos.

Aguas Blancas (Estado de Guerrero), á las 6 h. 18 m. p. m., fuerte temblor oscilatorio, duración 6 segundos.

#### Mes de Septiembre

*Septiembre 22.*—Acapulco (Estado de Guerrero), á las 12 h. 50 m. p. m., temblor oscilatorio precedido de ruido subterráneo con dirección de S. á N., duración 3 segundos.

Iguala (Estado de Guerrero), ligero temblor.

Mexcala (Estado de Guerrero), ligero temblor.

Chilpancingo (Estado de Guerrero), á las 12 h. 50 m. p. m., temblor de oscilación, duración 10 segundos.

Zihuatanejo (Estado de Guerrero), á las 12 h. 51 m. p. m., temblor trepidatorio, duración 3 segundos.

Petatlán (Estado de Guerrero), á las 12 h. 50 m. p. m., temblor oscilatorio, de N. á S., duración 4 segundos.

San Luis (Estado de Guerrero), á las 12 h. 50 m. p. m., temblor trepidatorio, duración 5 segundos.

San Jerónimo (Estado de Guerrero), á las 12 h. 51 m. p. m., fuerte temblor trepidatorio, duración 5 segundos.

Juchitán (Estado de Oaxaca), á las 12 h. 25 m. p. m., temblor trepidatorio, duración 2 segundos, intenso y prolongado ruido. Precedióle aguacero natural sin una sola descarga eléctrica.

*Septiembre 30.*—Juchitán (Estado de Oaxaca), á las 8 h. 20 m. a. m., temblor oscilatorio, duración 15 segundos.

#### Mes de Octubre

*Octubre 17.*—Juchitán (Estado de Oaxaca), á las 5 h. 25 m. a. m., fuerte sacudida sísmica de 3 segundos de duración.

*Octubre 20.*—En la Capital (México), á las 4 h. 30 m. p. m., ligero temblor oscilatorio de corta duración; el estilete del péndulo marcó una pequeña elipse con dirección de N.E. á S.W.; el eje mayor de esta curva mide 4 centímetros, el eje menor 12 milímetros.

Se tiene noticia de haberse sentido en las siguientes localidades:

San Luis Allende (Estado de Guerrero), á las 4 h. 30 m. p. m., fuerte temblor oscilatorio, duración 8 segundos.

Jamiltepec (Estado de Oaxaca), á las 4 h. 30 m. p. m., fortísimo temblor oscilatorio y gran ruido subterráneo, duración 42 segundos.

Tecamachalco (Estado de Puebla), á las 4 h. 35 m. p. m., ligero temblor oscilatorio, duración 35 segundos.

Pinotepa (Estado de Oaxaca), á las 4 h. 30 m. p. m.,

fuerte temblor oscilatorio de S. á N., duración 30 segundos.

Juquila (Estado de Oaxaca), á las 4 h. 33 m. p. m., sintióse fuerte temblor oscilatorio con gran ruido subterráneo, duración 30 segundos.

Ometepec (Estado de Oaxaca), á las 4 h. 30 m. p. m., fuerte temblor oscilatorio de S. á N., duración 16 segundos.

Iguala (Estado de Guerrero), á las 4 h. 33 m. p. m., temblor oscilatorio.

Pinotepa (Estado de Oaxaca), el temblor repitió menos fuerte á las 4 h. 52 m. p. m.; después á las 5 h. 50 m. p. m., y por última vez á las 6 h. 25 m. p. m., con duración inapreciable.

Jamiltepec (Estado de Oaxaca), á las 5 h. 53 m. p. m., temblor oscilatorio y ruidos subterráneos, duración 5 segundos.

Juquila (Estado de Oaxaca), repitió á las 5 h. 58 m. p. m., fuerte temblor oscilatorio, duración 20 segundos.

#### Mes de Noviembre

*Noviembre 6.*—Autlán (Estado de Jalisco), á las 12 h. 31 m. p. m., temblor oscilatorio, duración 2 segundos.

Se sintió en los puntos siguientes:

Manzanillo (Estado de Colima), á las 12 h. 30 m. p. m., se sintieron dos movimientos trepidatorios, y uno de oscilación de N. á S., duración 4 segundos.

Colima (Estado de Colima), á las 11 h. 54 m. a. m., ligero temblor oscilatorio de duración indeterminada. A los 2 minutos repitió, muy ligero; dirección de N.E. á S.W.; á las 8 h. 00 m. p. m., ruidos subterráneos.

*Noviembre 12.*—Manzanillo (Estado de Colima), á las 10 h. 54 m. p. m., fuerte movimiento trepidatorio, duración 3 segundos.

#### Mes de Diciembre

Providencia (Estado de Guerrero), á las 6 h. 10 m. a. m., ligero temblor oscilatorio acompañado de fuerte ruido subterráneo, duración aproximada 10 segundos.

Tapachula (Estado de Chiapas), á las 5 h. 00 m. a. m. y á las 7 h. 45 m. p. m., se sintieron dos temblores oscilatorios de E. á W., de 7 segundos de duración el primero y de 9 segundos el último. No se notó alarma.

*Diciembre 11.*—En la Capital (México), á las 8 h. 24 m. a. m., el péndulo del seismógrafo trazó un pequeño círculo indicando una ligerísima trepidación de duración inapreciable.

Se sintió en las siguientes localidades:

La Unión (Estado de Guerrero), á las 8 h. 25 m. a. m., fuerte temblor trepidatorio, duración 5 segundos.

Zihuatanejo (Estado de Guerrero), á las 8 h. 25 m. a. m., fuerte temblor, duración 3 segundos.

Petatlán (Estado de Guerrero), á las 8 h. 25 m. a. m., fuerte temblor trepidatorio, duración 4 segundos.

San Luis (Estado de Guerrero), á las 8 h. 25 m. a. m., temblor trepidatorio, duración 5 segundos.

San Jerónimo (Estado de Guerrero), á las 8 h. 25 m. a. m., fuerte temblor trepidatorio, duración 4 segundos.

Aguas Blancas (Estado de Guerrero), á las 8 h. 25 m. a. m., fuerte temblor trepidatorio, duración 8 segundos.

*Diciembre 14.*—Zihuatanejo (Estado de Guerrero), á las 5 h. 00 m. a. m., fuerte temblor trepidatorio, duración 3 segundos.

San Jerónimo (Estado de Guerrero), á las 5 h. 15 m. a. m., fuerte temblor oscilatorio, duración 3 segundos.

Aguas Blancas (Estado de Guerrero), á las 5 h. 10 m. a. m., temblor oscilatorio de N. á S., duración 3 segundos.

Petatlán (Estado de Guerrero), á las 5 h. 10 m. a. m., fuerte temblor trepidatorio, duración 2 segundos.

*Diciembre 23.*—Choapan (Estado de Oaxaca), á las 4 h. 00 m. a. m., temblor oscilatorio, con dirección de E. á W., duración 3 segundos, intensidad regular, el tiempo está lluvioso desde hace días y continúa.

*Diciembre 25.*—San Luis (Estado de Guerrero), á las 11 h. 25 m. a. m., fuerte temblor oscilatorio, duración 3 segundos.

Aguas Blancas (Estado de Guerrero), á las 11 h. 26 m. a. m., fuerte temblor oscilatorio, duración 3 segundos.

*Diciembre 31.*—Ometepec (Estado de Guerrero), á las 5 h. 30 m. a. m., fuerte temblor oscilatorio de S. á N., duración 15 segundos.

Pinotepa (Estado de Oaxaca), á las 5 h. 30 m. p. m., fuerte y violento temblor.

## AÑO DE 1905

## Mes de Enero

*Enero 22.*—Mexcala (Estado de Guerrero), ayer y hoy, á la 1 h. 15 m. a. m., fuerte temblor acompañado de ruidos subterráneos, de corta duración.

Chilpancingo (Estado de Guerrero), á la 1 h. 25 minutos, fuerte temblor oscilatorio de N.E. á S.W., duración 7 segundos.

Chilapa (Estado de Guerrero), á la 1 h. 25 m. a. m., fuerte temblor oscilatorio con ruidos subterráneos.

Silacayoapan (Estado de Oaxaca), á la 1 h. 15 m. a. m., temblor oscilatorio.

*Enero 23.*—Doctor Arroyo (Estado de Nuevo León), ayer 22 de Enero á la 1 h. 20 m. p. m., efectuóse temblor trepidatorio y oscilatorio de N. á S., duración 3 segundos.

*Enero 24.*—Juchitán (Estado de Oaxaca), á las 4 h. 45 m. a. m., sacudida seísmica de 2 segundos de duración, precedióle prolongado ruido. •

*Enero 25.*—Teposcolula (Estado de Oaxaca), ligero temblor trepidatorio y oscilatorio de S. á N., á las 9 h. 45 m. a. m., con duración de 4 segundos.

*Enero 27.*—Iguala (Estado de Guerrero), á las 2 h. 40 m. p. m. y 7 h. 00 m. p. m., ligeros temblores.



## Mes de Febrero

*Febrero 4.*—Providencia (Estado de Guerrero), á las 3 h. 35 m. a. m., sintióse fuerte temblor oscilatorio acompañado de ruidos subterráneos.

Juchitán (Estado de Oaxaca), á las 5 h. 25 m. a. m., temblor oscilatorio, duración 3 segundos y ruidos subterráneos que duraron 7 ó 10 segundos.

*Febrero 13.*—Ometepec (Estado de Guerrero), al mediodía temblor oscilatorio, dirección de S. á N., duración 8 segundos.

*Febrero 14.*—En la Capital (México), á las 11 h. 15 m. p. m., ligero temblor oscilatorio; el estilete del péndulo del seismógrafo marcó una elipse pequeña en dirección del N.N.E. al S.S.W.; el eje mayor mide tres centímetros y el menor 5 milímetros; la duración fué inapreciable.

Oaxaca (Estado de Oaxaca), á las 11 h. 10 m. p. m., fuerte temblor oscilatorio con fuerte ruido y duración aproximada 15 segundos.

Juquila (Estado de Oaxaca), á las 10 h. 55 m. p. m., fuerte temblor trepidatorio con 40 segundos de duración; 10 minutos después repitióse el fenómeno durando 20 segundos, precedido de ruido subterráneo. Desde las 12 p. m., corre viento N.E. que á veces llega poco huracanado.

Tecamachalco (Estado de Puebla), á las 10 h. 57 m. p. m., ligero temblor oscilatorio, duración 10 segundos.

Ixtlán de Juárez (Estado de Oaxaca), á las 10 h. 50 m. p. m., fuerte temblor de tierra de movimiento oscilatorio de E. á W., duración 5 segundos. Estado del tiempo hoy, muy nublado y muy lluvioso.

Villa Alta (Estado de Oaxaca), á las 10 h. 00 m. p. m., se sintió ligero temblor oscilatorio; á las 10 h. 45 m. p. m., repitióse temblor y su duración fué de 8 segundos. Hubo otro temblor casi inapreciable á las 4 h. 00 m. de la mañana. Estado del tiempo nublado y lluvioso.

Juchitán (Estado de Oaxaca), á las 10 h. 50 m. p. m., sintióse temblor oscilatorio bastante suave, pero prolongado y bien acentuado, duración aproximada 18 segundos.

A las 3 h. 15 m. a. m., del día 15, trepidación rápida de 2 á 3 segundos de duración. No hubo ruidos.

Pochutla (Estado de Oaxaca), día 14 á las 11 h. 06 m., movimiento seísmico trepidatorio y de 15 segundos de duración, algo fuerte. Oscilación de S. á N., repitiéndose 5 veces en el transcurso hasta el amanecer.

#### Mes de Marzo

*Marzo 7.*—Juquila (Estado de Oaxaca), á las 4 h. 00 m. a. m., sintióse fuerte temblor oscilatorio acompañado de ruido subterráneo; duración aproximada 13 segundos.

Jamiltepec (Estado de Oaxaca), á las 4 h. 00 m., sintióse fuerte temblor oscilatorio, duración 13 segundos.

*Marzo 15.*—Ayutla (Estado de Guerrero), á las 6 h. 33 m. a. m., temblor oscilatorio con ruido subterráneo.

*Marzo 22.*—Saltillo (Estado de Coahuila), á las 5 h. 20 m. p. m., temblor trepidatorio, duración aproximada 4 segundos.

*Marzo 26.*—Carrizal (Estado de Guerrero), á las 9

h. 28 m. p. m., fuerte temblor trepidatorio y oscilatorio, dirección de S. á N., duración 2 segundos.

Unión (Estado de Guerrero), á las 9 h. 30 m. p. m., temblor trepidatorio, duración 3 segundos.

#### Mes de Abril

*Abril 5.*—Colima (Estado de Colima), á las 10 h. 00 m. p. m. (tiempo de México), ligero temblor oscilatorio de duración inapreciable y dirección indeterminada.

*Abril 22.*—Nochixtlán (Estado de Oaxaca), á las 10 h. 04 m. p. m., temblor trepidatorio fuerte, duración 5 segundos.

Teposcolula (Estado de Oaxaca), á las 10 h. 04 m. p. m., temblor trepidatorio y oscilatorio, dirección de E. á W., duración 3 segundos.

Tlaxiaco (Estado de Oaxaca), á las 10 h. 04 m. p. m., temblor trepidatorio, duración 3 segundos.

Juxtlahuaca (Estado de Oaxaca), temblor trepidatorio, duración 3 segundos.

*Abril 27.*—Ayutla (Estado de Guerrero), á las 3 h. 55 m. p. m., después de un prolongado ruido subterráneo, se sintió temblor oscilatorio, con dirección de S. á N. y corta duración.

Teposcolula (Estado de Oaxaca), á las 3 h. 55 m. p. m., temblor oscilatorio, con dirección de E. á W.

Tlaxiaco (Estado de Oaxaca), á las 3 h. 55 m. p. m., temblor oscilatorio.

Juxtlahuaca (Estado de Oaxaca), á las 3 h. 55 m. p. m., temblor oscilatorio de S. á N., duración 3 segundos.

Silacayoapan (Estado de Oaxaca), á las 3 h. 55 m. p. m., temblor con duración de 3 segundos.

Chilpancingo (Estado de Guerrero), á las 3 h. 50 m. p. m., ligero temblor.

#### Mes de Mayo

*Mayo 9.*—En la Capital (México), á las 0 h. 08 m. a. m., sintiéronse dos movimientos oscilatorios; el primero con dirección de N. á S.; trazó en el seismógrafo una elipse cuyo eje mayor mide 157 milímetros y su eje menor 29 milímetros; duración 15 segundos. El segundo movimiento de amplitud extraordinaria y de una duración mayor que la del anterior, 48 segundos aproximadamente, trazó numerosas líneas con dirección general de S.E. á N.W., sin determinar figura alguna por haberse salido el estilete del seismógrafo del platillo y haber pegado la bala en la pared, dando variadas oscilaciones en distintos rumbos.

Se tiene noticia de haberse sentido en las siguientes localidades:

Guadalajara (Estado de Jalisco), á las 0 h. 08 m. a. m., temblor oscilatorio.

Guadalajara (Estado de Jalisco), á las 0 h. 08 m. a. m., fuerte fenómeno seísmico oscilatorio y trepidatorio, dirección N. á S. y duración 1 minuto y 7 segundos.

Chilpancingo (Estado de Guerrero), á las 0 h. 10 m. a. m., fuerte temblor oscilatorio, duración 12 segundos.

Coahuayana (Estado de Michoacán), á las 0 h. 10 m. a. m., temblor oscilatorio, dirección de N. á S., duración 15 segundos.

Coalcomán (Estado de Michoacán), á las 0 h. 10 m. a. m., fuerte temblor oscilatorio de N. á S.

Aguililla (Estado de Michoacán), fuerte temblor oscilatorio á las 0 h. 12 m. a. m., dirección de W. á E., duración 15 segundos.

Puebla (Estado de Puebla), á las 0 h. 08 m. a. m., sintióse en esta ciudad temblor oscilatorio de S.S.W. á N.N.E. y de W.S.W. á E.N.E., intensidad media, duración inapreciable.

Guadalajara (Estado de Jalisco), á las 0 h. 05 m. a. m., sintióse fuerte temblor oscilatorio de N. á S., y trepidatorio, duración 45 segundos.

Ocotlán (Estado de Oaxaca), á las 0 h. 15 m. a. m., fuerte temblor oscilatorio, duración 35 segundos; no se determinó la dirección del movimiento; algunos desperfectos materiales.

Ameca (Estado de Jalisco), á las 0 h. 06 m. a. m., sintióse fuerte temblor de tierra, oscilación de E. á W., duración 25 segundos. A las 2 h. 00 m. a. m., repitióse ligeramente. Ninguna novedad.

Saltipán (Estado de Veracruz), á las 0 h. 05 m. a. m., fenómeno seísmico oscilatorio, duración 28 segundos.

Etzatlán (Estado de Jalisco), á las 0 h. 05 m. a. m., sintióse fuerte temblor oscilatorio de N. á S., duración aproximada 20 segundos, ninguna desgracia personal ni material.

San Martín Hidalgo (Estado de Jalisco), á las 0 h. 05 m. a. m., temblor oscilatorio de S. á N. con ruido subterráneo y duración 6 segundos; á las 2 h. 00 m. a. m., volvió á repetir igualmente con duración de 3 segundos.

San Blas (Territorio de Tepic), en la noche temblor oscilatorio de S. á N., duración 10 segundos.

Talpa (Estado de Jalisco), á las 0 h. 05 m. a. m.,

fuerte temblor oscilatorio de E. á W., duración 25 segundos. Repitióse ligeramente á las 2 h. 00 m. a. m., sin ninguna novedad.

Cocula (Estado de Jalisco), á las 0 h. 05 m. a. m., fuerte temblor oscilatorio de S. á N., duración 10 segundos. A las 3 h. 02 m. a. m., hubo repetición ligera.

Zapotiltie (Estado de Jalisco), á las 0 h. 05 m. a. m., se sintió fuerte temblor oscilatorio, duración 55 segundos; repitió á las 2 h. 03 m. a. m., duración 3 segundos.

Mascota (Estado de Jalisco), á las 0 h. 05 m. a. m., sintióse fuerte temblor oscilatorio de S. á N.; repitióse á las 2 h. 00 m. a. m., menos fuerte; duración del primero 40 segundos, del segundo 18 segundos. Algunas fincas se cayeron, desgracias personales ninguna.

Tapalpa (Estado de Jalisco), á las 0 h. 06 m. a. m., sintióse en ésta fuerte sacudimiento de tierra con movimiento oscilatorio, acompañado de ruido subterráneo y 27 segundos de duración.

Manzanillo (Estado de Colima), á las 0 h. 05 m. a. m., fuerte temblor trepidatorio y oscilatorio de N. á S., de 10 segundos de duración.

Autlán (Estado de Jalisco), á las 0 h. 05 m. a. m., fuerte temblor oscilatorio de S. á N., duración 27 segundos. Varias casas cuarteadas. A las 2 h. 05 m., repitióse el fenómeno menos fuerte.

Atemajac (Estado de Jalisco), á las 0 h. 05 m. a. m., se sintió fuerte temblor oscilatorio de E. á W., duración 10 segundos.

Tecolotlán (Estado de Jalisco), en la noche se sintió un fuerte temblor oscilatorio y trepidatorio; la osci-



lación fué de S. á N., duración 35 segundos. A las 2 h. 00 m. después, repitió levemente.

Colima (Estado de Colima), á las 0 h. 04 m. a. m., fuerte temblor oscilatorio con alguna trepidación, duración 20 segundos; dirección del movimiento del W.S.W. al E.N.E.; á las 2 h. 00 m., repitió ligeramente.

Huachinango (Estado de Jalisco), á la media noche se sintió fuerte temblor oscilatorio de E. á W., duración 27 segundos. Sin ninguna novedad.

San Sebastián (Estado de Jalisco), á las 0 h. 05 m. a. m., se sintió un ligero temblor oscilatorio de S. á N.; duración 1 minuto. A las 2 h. 00 m. a. m., se sintió otro temblor con duración de 15 segundos.

Los Reyes (Estado de Jalisco), á las 0 h. 05 m. a. m., se sintió temblor oscilatorio de S. á N., duración 45 segundos. Repitió á las 2 h. 00 m. a. m.

San Gabriel (Estado de Jalisco), á las 0 h. 05 m. a. m., se sintió fuerte temblor oscilatorio de S. á N.; duración aproximada de 38 segundos. Repitió á las 2 h. 03 m. a. m.

Unión de Tula (Estado de Jalisco), en la noche se sintió fuerte temblor oscilatorio de S. á N., con duración de 10 á 18 segundos. Repitió á las 2 h. 03 m. a. m.

Tenamastlán (Estado de Jalisco), á las 0 h. 04 m. a. m., fuerte temblor oscilatorio de S. á N., duración 15 segundos. Repitió á las 2 h. 03 m. a. m., muy ligero.

Juchitlán (Estado de Jalisco), á las 0 h. 2 m. a. m., se sintió temblor oscilatorio de S. á N., duración 20 segundos. A las 2 h. hubo otro ligero con movimiento oscilatorio, duración 3 segundos.

Atenguillo (Estado de Jalisco), á la media noche se

sintió fuerte temblor oscilatorio de S. á N., duración 38 segundos. A las 2 h. 00 m. repitió, durando 7 segundos. Algunas casas se cuartearon.

Zamora (Estado de Michoacán), temblor oscilatorio, duración 10 segundos.

Tototlán (Estado de Jalisco), se sintió á la media noche temblor oscilatorio de N. á S., duración 30 segundos.

Ahualulco (Estado de Jalisco), á las 0 h. 06 m. a. m., se sintió temblor de tierra oscilatorio de S. á N., duración 12 segundos.

Tacámbaro (Estado de Michoacán), temblor en la noche de N. á S., suave, y duración 52 segundos.

Uruapan (Estado de Michoacán), á las 0 h. 03 m. a. m., se sintió fuerte temblor oscilatorio de S.W. á N.E., duración 35 segundos.

Tapalpa (Estado de Jalisco), á las 0 h. 06 m. a. m., se sintió en ésta fuerte sacudimiento de tierra oscilatorio acompañado de ruido subterráneo, duración 30 segundos.

*Mayo 9.*—Parral (Estado de Chihuahua), á las 3 h. 15 m. p. m., se sintió aquí temblor trepidatorio de corta duración y gran intensidad. No pude apreciar el tiempo exacto.

*Mayo 13.*—San Luis de Guerrero (Estado de Guerrero), á las 8 h. 11 m. a. m., temblor oscilatorio y trepidatorio con ruidos subterráneos, duración 8 segundos.

*Mayo 15.*—Cocula (Estado de Jalisco), á las 7 h. 35 m. p. m., se sintió ligero temblor trepidatorio, duración 3 segundos.

*Mayo 24.*—Colima (Estado de Colima), á las 5 h.

27 m. p. m. (tiempo de México), ligero temblor oscilatorio de 3 segundos de duración y dirección indeterminada.

#### Mes de Junio

*Junio 22.*—Juquila (Estado de Oaxaca), á las 5 h. 18 m. p. m., sintióse suave temblor oscilatorio de 15 segundos de duración, precedido de prolongados ruidos subterráneos.

Nochixtlán (Estado de Oaxaca), á las 5 h. 20 m. p. m., temblor oscilatorio, duración 10 segundos.

*Junio 24.*—Talpa (Estado de Jalisco), á las 6 h. 05 m. a. m., temblor oscilatorio de E. á W., precedido de ruidos subterráneos, duración 5 segundos. No hubo novedad.

Atenguillo (Estado de Jalisco), á las 6 h. 04 m. a. m., temblor oscilatorio de S. á N., duración 8 segundos. No causó estragos.

#### Mes de Julio

*Julio 15.*—Aguas Blancas (Estado de Guerrero), á las 7 h. 55 m. a. m., suave movimiento trepidatorio de corta duración.

*Julio 17.*—Tapachula (Estado de Chiapas), á las 6 h. 55 m. a. m., temblor oscilatorio de E. á W. y duración 12 segundos; fué algo suave, no causando ningún daño, hubo poca alarma.

Jicalango (Estado de Campeche), á las 7 h. 35 m. p. m., sufrió la torre del faro una gran oscilación de N.E. á S.W. por espacio de 6 segundos.

*Julio 18.*—Colima (Estado de Colima), á las 8 h. 18 m. a. m. (tiempo de México), ligero temblor oscilatorio, duración 5 segundos.

*Julio 23.*—Mexcala (Estado de Guerrero), á las 11 h. 23 m. a. m., temblor trepidatorio y oscilatorio de E. á W., duración 10 segundos, ruidos subterráneos.

Chilpancingo (Estado de Guerrero), á la 1 h. 42 m. a. m., temblor trepidatorio de corta duración.

Acapulco (Estado de Guerrero), á la 1 h. 40 m. a. m., fuerte temblor trepidatorio, duración 3 segundos, repitiendo á las 2 h. 15 m. a. m., con menor intensidad.

Tapachula (Estado de Chiapas), anoche á las 12 h. 04 m. a. m., se sintió temblor oscilatorio de E. á W., con duración de 5 segundos, precedido de ruidos subterráneos.

*Julio 26.*—Acapulco (Estado de Guerrero), á las 2 h. 50 m. a. m., fuerte temblor trepidatorio con ruidos subterráneos, duración 7 segundos.

Iguala (Estado de Guerrero), á las 2 h. 35 m. a. m., fuerte temblor, duración 10 segundos.

Mexcala (Estado de Guerrero), á las 2 h. 40 m. a. m., temblor oscilatorio de E. á W., duración 20 segundos.

Chilpancingo (Estado de Guerrero), á las 2 h. 40 m. a. m., temblor oscilatorio de S.E. á N.W., corta duración.

Chilapa (Estado de Guerrero), ruido subterráneo, 2 segundos de duración.

*Julio 28.*—Juquila (Estado de Oaxaca), á las 12 h. 30 m. p. m., fuerte temblor trepidatorio, con 20 segundos de duración.

Chilapa (Estado de Guerrero), ayer, movimiento seísmico trepidatorio, corta duración.

## Mes de Agosto

*Agosto 14.*—Colima (Estado de Colima), á la 1 h. 10 m. p. m., ligero temblor oscilatorio, duración 4 segundos.

*Agosto 29.*—Providencia (Estado de Oaxaca), á las 7 h 25 m. p. m., suave temblor trepidatorio, duración 5 segundos.

Juchitán (Estado de Oaxaca), á las 7 h. 29 m. p. m., temblor oscilatorio, duración 5 segundos.

## Mes de Septiembre

*Septiembre 21.*—Tehuantepec (Estado de Oaxaca), de las 2 h. 15 m. a. m. á las 3 h. 04 m. a. m., 5 temblores; el primero duró 29 segundos, regular intensidad; los demás menores de duración, todos con ruidos subterráneos, 7 ruidos sin temblor.

Salina Cruz (Estado de Oaxaca), ruidos subterráneos á las 2 h. 20 m. a. m., seguidos de un violento temblor trepidatorio de 4 á 6 segundos de duración; repitió á las 0 h. 08 m. dos movimientos trepidatorios seguidos, menos fuertes que el anterior.

## Mes de Octubre

*Octubre 26.*—Chietla (Estado de Puebla), á las 3 h. 30 m. a. m., temblor trepidatorio.

Ixtla (Estado de Guerrero), á las 4 h. 00 m. a. m., temblor trepidatorio, duración 3 segundos.

Iguala (Estado de Guerrero), anoche tembló muy suave.

Taxco (Estado de Guerrero), á las 3 h. 42 m. a. m., fuerte temblor trepidatorio, duración 7 segundos.

Mexcala (Estado de Guerrero), á las 3 h. 35 m. a. m., temblor trepidatorio.

Chilpancingo (Estado de Guerrero), á las 3 h. 32 m. a. m., temblor trepidatorio de corta duración.

San Jerónimo (Estado de Guerrero), á las 3 h. 40 m. a. m., fuerte temblor oscilatorio y trepidatorio, duración 7 segundos.

#### Mes de Noviembre

*Noviembre 15.*—Zihuatanejo (Estado de Guerrero), á las 7 h. 05 m. a. m., temblor trepidatorio con duración de 3 segundos.

*Noviembre 19.*—Colima (Estado de Colima), anoche se escucharon varias veces ruidos y detonaciones volcánicas, mediana intensidad, mal tiempo.

*Noviembre 22.*—Tapanatepec (Estado de Oaxaca), á las 5 h. 29 m. a. m., temblor oscilatorio de N. á S., y acompañado de ruidos subterráneos.

Colima (Estado de Colima), el día 23 á las 11 h. 23 m. p. m. y día 24 á las 2 h. 06 m. p. m., ligeros temblores oscilatorios, intensidad media, dirección indeterminada.

#### Mes de Diciembre

*Diciembre 4.*—Jamiltepec (Estado de Oaxaca), á las 10 h. 30 m. p. m., temblor trepidatorio, duración 2 segundos.

*Diciembre 13.*—Ayutla (Estado de Guerrero), á las 7 h. 55 m. p. m., se sintieron dos sacudimientos de tie-



rra, acompañados de ruidos subterráneos, con movimiento oscilatorio, dirección de S. á N., fuerte y de poca duración.

Acapulco (Estado de Guerrero), á las 7 h. 57 m. p. m., fuerte temblor trepidatorio y oscilatorio de S. á N., duración 2 segundos.

Iguala (Estado de Guerrero), á las 7 h. 56 m. p. m., fuerte temblor.

Mexcala (Estado de Guerrero), á las 7 h. 55 m. p. m., fuerte temblor oscilatorio de N. á S., duración 5 segundos.

Chilpancingo (Estado de Guerrero), á las 7 h. 56 m. p. m., fuerte temblor oscilatorio de N. á S.

Chilapa (Estado de Guerrero), anoche fuerte temblor.

San Marcos (Estado de Guerrero), en la noche se sintió temblor oscilatorio de S. á N., con ruidos subterráneos.

*Diciembre 17.*—Huatabampo (Estado de Sonora), cuatro temblores ayer; primero á las 10 h. 08 m. p. m., local de O. á E., duración 10 segundos trepidatorio y 15 oscilatorio de S. á N.; ruidos subterráneos de O. á E. Segundo á la 1 h. 00 m. a. m., trepidatorio de S. á N., 8 segundos de duración, fuerza regular. Tercero á las 12 h. a. m., trepidatorio de S. á N., 5 segundos duró, algo ligero. Cuarto á las 3 h. 23 m., oscilatorio de S. á N., 3 segundos de duración.

A pesar de la fuerza sísmica con que se sintió el primero, no se cayeron casas; mucha alarma en el pueblo; no hubo desgracias personales.

## AÑO DE 1906

## Mes de Enero

*Enero 12.*—Chilpancingo (Estado de Guerrero), á las 4 h. 35 m. p. m., ligero temblor oscilatorio de E. á W., corta duración.

Ayutla (Estado de Guerrero), á las 4 h. 30 m. p. m., se sintió ligero temblor oscilatorio de S. á N. y de corta duración.

*Enero 17.*—Cohuayana (Estado de Michoacán), á las 12 h. 00 m., temblor oscilatorio.

Coalcomán (Estado de Michoacán), á las 12 h. 05 m., temblor oscilatorio de E. á W.

Aguililla (Estado de Michoacán), á las 12 h. 00 m., temblor de corta duración.

La Unión (Estado de Guerrero), á las 12 h. 00 m., temblor de corta duración.

Colima (Estado de Colima), á las 11 h. 50 m. p. m., temblor oscilatorio de W. á E., intensidad media y duración aproximada de 5 segundos.

*Enero 18.*—Uruapan (Estado de Michoacán), á las 12 h. 08 m. a. m., sintióse ligero temblor oscilatorio y trepidatorio, duración 0 h. 01 m. y 11 s., con dirección de N.E. á S.W., su mayor intensidad de 35 segundos.

*Enero 29.*—Yautepec (Estado de Morelos), á las 8 h. 15 m. p. m., temblor trepidatorio, duración 5 segundos y prolongados ruidos subterráneos.

## Mes de Febrero

*Febrero 27.*—Juquila (Estado de Oaxaca), hoy, á las 12 h. 50 m. p. m., se sintió fuerte temblor trepidatorio, dos movimientos en el intervalo de 35 segundos.

Oaxaca (Estado de Oaxaca), á la 1 h. 00 m. p. m., temblor oscilatorio de E. á W., con duración de 4 segundos.

*Febrero 28.*—Hoy, en la Capital (México), á las 6 h. 30 m. a. m., se sintió un ligero temblor oscilatorio de S.E. á N.W., duración 5 segundos.

Toluca (Estado de México), á las 6 h. 34 m. a. m., temblor oscilatorio de E. á W., con duración aproximada de 3 segundos.

Jalapa (Estado de Veracruz), á las 6 h. 50 m. a. m., sintióse ligero temblor oscilatorio de E. á W. y duración aproximada de 8 segundos.

Tuxtepec (Estado de Oaxaca), á las 6 h. 40 m. a. m., sintióse en esta población fuerte temblor oscilatorio, duración 20 segundos.

Pochutla (Estado de Oaxaca), á las 6 h. 42 m. a. m., sintióse fuerte temblor trepidatorio, duración 25 segundos.

Tecamachalco (Estado de Puebla), á las 6 h. 38 m. a. m., fuerte temblor oscilatorio, duración 20 segundos.

Ojitlán (Estado de Oaxaca), á las 6 h. 38 m. a. m., fuerte temblor oscilatorio, con duración de 20 segundos.

Nochixtlán (Estado de Oaxaca), á las 6 h. 30 m. a. m., temblor oscilatorio.

Jamiltepec (Estado de Oaxaca), á las 6 h. 38 m. a. m., sintióse fuerte temblor oscilatorio, duración de 40 segundos.

*Febrero 28.*—Juquila (Estado de Oaxaca), á las 6 h. 40 m. a. m., repitió con mayor intensidad fenómeno seísmico, siendo oscilatorio, de 40 segundos de duración, y trepidatorio de 5 segundos.

Tlacotalpan (Estado de Veracruz), temblor oscilatorio del E.N.E. á W.S.W., duración aproximada de 13 segundos, hora probable á las 6 h. 48 m. a. m.

Puebla (Estado de Puebla), á las 6 h. 43 m. a. m., se sintió temblor oscilatorio de regular intensidad, durando aproximadamente 10 segundos. Direcciones principales S.E. á N.W. y E.N.E. á S.W.S.

Choapan (Estado de Oaxaca), á las 6 h. 38 m. a. m., se sintieron dos temblores oscilatorios; el primero de 5 segundos de duración y el segundo de 15 segundos en un intervalo de tiempo de 14 minutos.

Tlacolula (Estado de Oaxaca), á las 6 h. 45 m. a. m., fuerte temblor oscilatorio acompañado de ruidos subterráneos.

Pochutla (Estado de Oaxaca), á las 3 h. 09 m. p. m., repitió temblor oscilatorio con menor fuerza, duración 10 segundos.

Villa Alta (Estado de Oaxaca), á las 6 h. 48 m. a. m., fuerte temblor oscilatorio de 30 segundos de duración y movimiento de N. á S.

El Faro (Estado de Oaxaca), á las 6 h. 40 m. a. m., fuerte temblor oscilatorio, con duración de 20 segundos.

Chilpancingo (Estado de Guerrero), á las 6 h. 30 m., se sintió ligero temblor oscilatorio.

## Mes de Marzo

*Marzo 1.º*—Pochutla (Estado de Oaxaca), á la 1 h 55 m. y 4 h. 30 m. a. m., temblores oscilatorios; duración del primero 20 segundos; duración del segundo 18 segundos.

Juquila (Estado de Oaxaca), á las 2 h. 55 m. a. m., se sintió temblor oscilatorio, acompañado de ruidos subterráneos; fué de mediana intensidad y duración 10 segundos. Parece que los movimientos oscilatorios fueron de N.E. á S.W.

*Marzo 7.*—Tetecala (Estado de Morelos), á las 11 h. 46 m. a. m., ligero temblor oscilatorio, duración 3 segundos y dirección de N. á S.

*Marzo 8.*—Chietla (Estado de Puebla), á las 11 h. 30 m. a. m., fuerte temblor oscilatorio, duración aproximada 3 segundos.

*Marzo 10.*—Providencia (Estado de Guerrero), á las 10 h. 45 m. p. m., se sintió ligero temblor oscilatorio de 25 á 30 segundos de duración, y aumentando de intensidad, seguido de una fuerte trepidación de 6 á 8 segundos aproximadamente.

*Marzo 16.*—En la Capital (México), á las 2 h. 30 m. a. m., se sintió ligero temblor oscilatorio con dos movimientos, uno de E. á W. y otro de N.E. á S.W., trazando el seismógrafo dos pequeñas elipses.

Se sintió en las siguientes localidades:

Silacayoapan (Estado de Oaxaca), á las 2 h. 30 m., se sintió en ésta un fuerte temblor oscilatorio con dos movimientos de S.E. á N.W., duración 12 segundos.

San Marcos (Estado de Guerrero), á las 2 h. 35 m.

a. m., fuerte temblor oscilatorio de S. á N., duración 20 segundos.

Tuxtepec (Estado de Oaxaca), á las 2 h. 30 m. a. m., sintióse fuerte temblor oscilatorio, de 30 segundos de duración.

Ayutla (Estado de Guerrero), á las 2 h. 35 m. a. m., se sintió muy fuerte temblor oscilatorio de S. á N., duración 20 segundos y no causó daños de consideración.

Ometepec (Estado de Guerrero), á las 2 h. 35 m. a. m., se sintió fuerte temblor oscilatorio de S. á N., acompañado de ruidos subterráneos, duración 20 segundos.

San Luis Allende (Estado de Guerrero), á las 2 h. 32 m. a. m., fuerte temblor trepidatorio seguido de ruidos subterráneos, duración 20 segundos.

Tetecala (Estado de Morelos), á las 2 h. 26 m. a. m., ligero temblor oscilatorio, duración 20 segundos y dirección E. á W.

Puebla (Estado de Puebla), á las 2 h. 41 m. a. m., ligero temblor oscilatorio, con direcciones de N.E. á S.W. y de S. á N., duración 20 segundos.

Oaxaca (Estado de Oaxaca), á las 2 h. 40 m. a. m., temblor oscilatorio, con duración de 40 segundos.

Ixtla (Estado de Guerrero), á las 2 h. 48 m. a. m., temblor trepidatorio, duración 15 segundos.

Iguala (Estado de Guerrero), á las 2 h. 31 m. a. m., fuerte temblor oscilatorio.

Taxco (Estado de Guerrero), á las 2 h. 25 m. a. m., temblor de corta duración.

Mexcala (Estado de Guerrero), á las 2 h. 30 m. a. m., temblor oscilatorio.

Chilpancingo (Estado de Guerrero), á las 2 h. 30 m.



a. m., fuerte temblor oscilatorio de E. á W., duración aproximada de 20 segundos.

Nochixtlán (Estado de Oaxaca), á las 3 h. 05 m. a. m., ligero temblor oscilatorio de E. á W., duración 8 segundos.

Teposcolula (Estado de Oaxaca), á las 2 h. 32 m. a. m., temblor oscilatorio en dos movimientos de E. á W., y trepidatorio, duración 16 segundos.

Tlaxiaco (Estado de Oaxaca), temblor de dos movimientos, primero oscilatorio y segundo trepidatorio, dirección de E. á W., duración 12 segundos.

*Marzo 23.*—Manzanillo (Estado de Colima), á las 9 h. 40 m. a. m., fuerte temblor oscilatorio, duración 4 á 6 segundos.

*Marzo 24.*—Manzanillo (Estado de Colima), á las 11 h. 02 m. a. m., fuerte temblor trepidatorio, duración aproximada de 5 segundos.

Autlán (Estado de Jalisco), á las 11 h. 00 m. a. m., se sintieron dos temblores trepidatorios con intervalo de 5 segundos los dos, con corta duración.

Colima (Estado de Colima), á las 11 h. 07 (hora de México), se sintió temblor oscilatorio de 7 segundos de duración, intensidad y dirección indeterminadas.

Ayutla (Estado de Guerrero), á las 4 h. 35 m. a. m., temblor oscilatorio de S. á N. y de corta duración.

*Marzo 30.*—Jamiltepec (Estado de Oaxaca), á las 11 h. 05 m. a. m., temblor oscilatorio, dirección S. á N. y duración 10 segundos.

## Mes de Abril

*Abril 15.*—Jicalango (Estado de Campeche), á las 7 h. 45 m. a. m., oscilación seísmica del S.W. al N.E., duración 8 segundos.

## Mes de Mayo

*Mayo 22.*—Silacayoapam (Estado de Oaxaca), á las 6 h. 09 m. p. m., sintióse temblor oscilatorio de corta duración.

*Mayo 23.*—Chilpancingo (Estado de Guerrero), á las 6 h. 30 m. a. m., temblor oscilatorio precedido de ruidos subterráneos.

## Mes de Junio

*Junio 3.*—Toluca (Estado de México), á las 10 h. 03 m. a. m., se sintió ligero temblor oscilatorio de S. á N., con duración de 7 segundos.

Iguala (Estado de Guerrero), á las 10 h. 15 m. a. m., se sintió ligero temblor.

La Unión (Estado de Guerrero), á las 10 h. 15 m. a. m., se sintió ligero temblor.

Zihuatanejo (Estado de Guerrero), á las 10 h. 00 m. a. m., temblor oscilatorio, duración 8 segundos.

Petatlán (Estado de Guerrero), á las 10 h. 07 m. a. m., ligero temblor oscilatorio, duración 5 segundos.

San Luis de Guerrero (Estado de Guerrero), á las 10 h. 00 m. a. m., temblor oscilatorio, duración 5 segundos.

San Jerónimo (Estado de Guerrero), á las 10 h. 07 m. a. m., temblor oscilatorio, duración 7 segundos.

En Texcaltitlán, Sultepec, Ixtapan del Oro, Tenancingo y Valle de Bravo (Estado de México), duración 6, 3, 20, 12 y 20 segundos, respectivamente. El temblor fué oscilatorio en todas las poblaciones, y con movimiento de S. á N., á las 10 h. 03 m. a. m.

*Junio 4.*—La Unión (Estado de Guerrero), á las 8 h. 00 m. a. m., ligero temblor.

Zihuatanejo (Estado de Guerrero), á las 8 h. 05 m. a. m., se sintió movimiento seísmico.

*Junio 21.*—Tapachula (Estado de Chiapas), á las 8 h. 45 m. p. m., se sintió un fuerte temblor oscilatorio de E. á W., de 15 segundos de duración; no causó daños.

Tapanatepec (Estado de Oaxaca), á las 8 h. 45 m. p. m., se sintió fuerte temblor oscilatorio, duración 20 segundos.

Salina Cruz (Estado de Oaxaca), á las 8 h. 41 m. p. m., se sintió fuerte temblor oscilatorio de N. á S., y duración 25 á 29 segundos.

Providencia (Estado de Guerrero), á las 8 h. 42 m. p. m., se sintió temblor oscilatorio, terminando con fuerte trepidación, duración aproximada de 25 á 30 segundos.

*Junio 25.*—Aguas Blancas (Estado de Guerrero), á las 5 h. 05 m. p. m., temblor oscilatorio, duración 7 segundos.

Mexcala (Estado de Guerrero), á las 5 h. 10 m. p. m., ligero movimiento de tierra.

Tapana (Estado de Oaxaca), en la noche, á distintas horas, hubo varios temblores de tierra, con movimientos oscilatorios y trepidatorios, acompañados de ruidos subterráneos.

## Mes de Julio

*Julio 10.*—Salina Cruz (Estado de Oaxaca), á las 11 h. 59 m. p. m. (tiempo local), se sintió ligero temblor oscilatorio, con duración de 5 segundos.

*Julio 16.*—Ciudad Juárez (Estado de Chihuahua), á las 12 h. 20 m. p. m., se sintió temblor oscilatorio, de 3 segundos de duración.

*Julio 22.*—Juquila (Estado de Oaxaca), á las 5 h. 02 m. a. m., se sintió fuerte sacudida de tierra de carácter trepidatorio y duración aproximada de 25 segundos.

*Julio 31.*—Aguas Blancas (Estado de Guerrero), en la tarde de hoy se sintió un temblor oscilatorio. Corta duración.

## Mes de Agosto

*Agosto 2.*—Oaxaca (Estado de Oaxaca), á las 7 h. 15 m. a. m., temblor oscilatorio.

Tuxtepec (Estado de Oaxaca), á las 7 h. 15 m. a. m., se sintió ligero temblor oscilatorio, con 20 segundos de duración.

*Agosto 11.*—Juquila (Estado de Oaxaca), á las 4 h. 12 m. p. m., se sintieron dos fuertes sacudidas de tierra, de carácter oscilatorio la primera y trepidatorio la segunda, cada una duraría 10 segundos, y se sucedieron con pequeño espacio de tiempo.

Pochutla (Estado de Oaxaca), á las 4 h. 15 m. p. m., temblor oscilatorio de corta duración.

*Agosto 17.*—Pochutla (Estado de Oaxaca), á las 6 h. 00 m. a. m., temblor oscilatorio.

*Agosto 20.*—Uruapan (Estado de Michoacán), á las 11 h. 54 m. p. m., se sintió ligero temblor oscilatorio y

trepidatorio, dirección N.W. á S.E., de 25 segundos de duración.

*Agosto 21.*—Tuxtla Gutiérrez (Estado de Chiapas), á las 10 h. 05 m. p. m., se sintió aquí fuerte temblor oscilatorio, duración aproximada de 5 segundos.

Providencia (Estado de Guerrero), á las 9 h. 45 m. p. m., se sintió temblor oscilatorio con fuerte retumbo y larga duración.

*Agosto 23.*—San Cristóbal Las Casas (Estado de Chiapas), á las 8 h. 50 m. p. m., sintióse temblor oscilatorio, con duración aproximada de 5 segundos.

---

Durante los meses de Septiembre, Octubre y Noviembre, del presente año, no se tienen noticias de que haya temblado en ningún punto de la República Mexicana.

#### Mes de Diciembre

*Diciembre 31.*—En la Capital (México), á la 1 h. 55 m. a. m., se sintió ligero temblor oscilatorio de N.N.E. á S.S.W., su duración fué inapreciable. El eje mayor que trazó el péndulo del seismógrafo midió 5 centímetros de longitud y 1  $\frac{1}{2}$  centímetros el menor.

Se tiene noticia de haberse sentido en las siguientes localidades:

Zihuatanejo (Estado de Guerrero), á la 1 h. 55 m. a. m., se sintió temblor oscilatorio de corta duración.

Petatlán (Estado de Guerrero), á la 1 h. 40 m. a. m., sintióse aquí fuerte temblor oscilatorio de bastante duración.

San Luis de Galeana (Estado de Guerrero), á la 1 h. 40 m. a. m., fuerte temblor oscilatorio de 8 segundos de duración.

Mexcala (Estado de Guerrero), á la 1 h. 40 m. a. m., se sintió un temblor oscilatorio, de corta duración.

Iguala (Estado de Guerrero), á la 1 h. 40 m. a. m., se sintió un temblor oscilatorio.

Chilpancingo (Estado de Guerrero), á la 1 h. 40 m., a. m., se sintió un temblor oscilatorio de duración de 15 segundos.

Uruapan (Estado de Michoacán), á la 1 h. 37 m. a. m., se sintió un ligero temblor oscilatorio con dirección de N. á S. y duración de 15 segundos.

---



AÑO

| LUGAR                            | Fecha. | HORAS  |           | MOV                             |
|----------------------------------|--------|--------|-----------|---------------------------------|
|                                  |        | México | Greenwich | Clase                           |
| FEBRERO                          |        |        |           |                                 |
|                                  |        | h. m.  |           |                                 |
| Jamiltepec (Oaxaca).....         | 22     | 12 00  | 18 36     | Trepidatorio.....               |
| Juquila (Oaxaca).....            | 22     | 13 40  | 20 16     | Oscilatorio.....                |
| ABRIL                            |        |        |           |                                 |
| México.....                      | 14     | 23 31  | + 6 07    | Oscilatorio y trepidatorio..... |
| Cuernavaca (Morelos).....        | 14     | 23 35  | + 6 11    | Oscilatorio.....                |
| Orizaba (Veracruz).....          | 14     | 23 43  | + 6 19    | —.....                          |
| Silacayoapan (Oaxaca).....       | 14     | 23 30  | + 6 06    | —.....                          |
| Tecamachalco (Puebla).....       | 14     | 23 33  | + 6 09    | —.....                          |
| Tulancingo (Hidalgo).....        | 14     | 23 35  | + 6 11    | Trepidatorio y oscilatorio..... |
| Tuxtepec (Oaxaca).....           | 14     | 23 30  | + 6 06    | Oscilatorio.....                |
| Coscomatepec (Veracruz).....     | 14     | 23 35  | + 6 11    | —.....                          |
| Jalapa (Veracruz).....           | 14     | 23 32  | + 6 08    | —.....                          |
| Tlalnepantla (México).....       | 14     | 23 35  | + 6 11    | Trepidatorio.....               |
| Tlacolula (Oaxaca).....          | 14     | 23 30  | + 6 06    | Oscilatorio.....                |
| Otumba (México).....             | 14     | 23 35  | + 6 11    | Oscilatorio y trepidatorio..... |
| Oaxaca (Oaxaca).....             | 14     | 23 42  | + 6 18    | Trepidatorio.....               |
| Morelia (Michoacán).....         | 14     | 23 28  | + 6 04    | Oscilatorio.....                |
| Morelia (Michoacán).....         | 14     | 23 27  | + 6 03    | —.....                          |
| Zamora (Michoacán).....          | 14     | 23 30  | + 6 06    | —.....                          |
| Toluca (México).....             | 14     | 23 35  | + 6 11    | Trepidatorio y oscilatorio..... |
| Salina Cruz (Oaxaca).....        | 14     | 23 30  | + 6 06    | Oscilatorio.....                |
| Colima (Colima).....             | 14     | 23 35  | + 6 11    | —.....                          |
| Tehuacán (Puebla).....           | 14     | 23 35  | + 6 11    | —.....                          |
| Faro (Oaxaca).....               | 14     | 23 33  | + 6 09    | —.....                          |
| Uruapan (Michoacán).....         | 14     | 23 32  | + 6 08    | —.....                          |
| Zacapoaxtla (Puebla).....        | 14     |        |           |                                 |
| Teziutlán (Puebla).....          | 14     | 23 30  | + 6 06    | —.....                          |
| Conuy (Michoacán).....           | 14     | 23 32  | + 6 08    | —.....                          |
| San Luis Allende (Guerrero)..... | 14     | 23 30  | + 6 06    | —.....                          |
| Acapulco (Guerrero).....         | 14     | 23 26  | + 6 02    | —.....                          |
| Puebla (Puebla).....             | 14     | 23 39  | + 6 15    | —.....                          |
| Teotitlán (Oaxaca).....          | 14     | 23 32  | + 6 08    | —.....                          |

E 1907

| SENTIDOS   |          |  | FENOMENOS ACOMPAÑANTES | OBSERVACIONES   |
|------------|----------|--|------------------------|---|
| Intensidad | Duración | Dirección                                |                        |   |
|            | m. s.    |  |                        |   |
| Fuerte.... | 0 08     | .....                                    | .....                  | { Dos movimientos con cinco segundos de intervalo.                    |
| — ....     | .....    | N. á S.....                              | Ruidos subterráneos.   |   |
| — ....     | 1 30 {   | E. á W., NNE.                            |                        |   |
| — ....     | 0 18     | á SSW.                                   |                        |   |
| — ....     | 0 40     | N. á S.                                  |                        |   |
| — ....     | 0 55     | E. á W.....                              | .....                  | { Abriéronse paredes de edificios, repitiendo el temblor cinco veces. |
| — ....     | 0 50     | .....                                    | Fuerte aguacero.       |   |
| — ....     | 0 85     | W. á E.....                              | .....                  | Trepidó dos veces.  |
| — ....     | 1 00     | N. á S.                                  |                        |   |
| — ....     | 1 00     |  |                        |   |
| Mediana.   | 0 25     | E. á W.                                  |                        |   |
| Fuerte.... | 0 20     | E. á W. y N. á S.                        |                        |   |
| — ....     | 0 20     |  |                        |   |
| — ....     | 0 42     | N. á S.                                  |                        |   |
| Fuerte.... | 1 00     |  |                        |   |
| — ....     | 0 30 {   | N $\frac{1}{4}$ .. NW. á S $\frac{1}{4}$ |                        |   |
| — ....     | 0 24     | SE.                                      |                        |   |
| .....      | 0 40     | W. á E.                                  |                        |   |
| .....      | 0 54     | N. á S. y E. á W.                        |                        |   |
| .....      | 0 40     | E. á W. y N. á S.                        |                        |   |
| .....      | 0 05     | W. á E.                                  |                        |   |
| Fuerte.... | 0 40     |  |                        |   |
| — ....     | 1 10     | E. á W.                                  |                        |   |
| — ....     | 0 35     | N. á S.                                  |                        |   |
| .....      | 0 08     | E. á W.                                  |                        |   |
| Fuerte ... | 0 45     |  |                        | { Se repitió varias veces más suave, causando perjuicios.             |
| — ....     | 2 00     | .....                                    | .....                  |   |
| — ....     | 0 15     | SE. á NW.....                            | .....                  | { Saliendo mar cerca de 400 metros.                                   |
| — ....     | 0 40     | N. á S.....                              | .....                  |   |
| — ....     | 1 20     | E. á W.....                              | Ruidos subterráneos.   | { Seguido de dos movimientos más fuertes NNE. á SSW.                  |

| LUGAR                          | Fecha. | HORAS  |           | MOV.                       |
|--------------------------------|--------|--------|-----------|----------------------------|
|                                |        | México | Greenwich |                            |
|                                |        | h. m.  |           | Clase                      |
| Pochutla (Oaxaca) .....        | 14     | 23 30  | + 6 06    | Oscilatorio.....           |
| Jamiltepec (Oaxaca).....       | 14     | 23 40  | + 6 16    | —                          |
| Tototlán (Jalisco) .....       | 14     | 23 30  | + 6 06    | —                          |
| Ixtla (Guerrero).....          | 14     | 23 45  | + 6 21    | —                          |
| Zapotlán (Jalisco) .....       | 14     | 23 38  | + 6 14    | —                          |
| Guadalajara (Jalisco).....     | 14     | 23 41  | + 6 17    | —                          |
| Tlaxcala (Tlaxcala) .....      | 14     | 23 35  | + 6 11    | —                          |
| Texmelucan (Puebla).....       | 14     | 23 35  | + 6 11    | Trepidatorio y oscilatorio |
| Ometepec (Oaxaca).....         | 14     | 23 30  | + 6 06    | Trepidatorio.....          |
| Juquila (Oaxaca).....          | 14     | 23 40  | + 6 16    | Oscilatorio.....           |
| Taxco (Guerrero).....          | 14     | 23 25  | + 6 01    | Trepidatorio y oscilatorio |
| Huichapan (Hidalgo).....       | 14     | 23 30  | + 6 06    | Oscilatorio.....           |
| Tulancingo (Hidalgo).....      | 14     | 23 30  | + 6 06    | —                          |
| Tula (Hidalgo).....            | 14     | 23 30  | + 6 06    | —                          |
| Ixtlahuaca (México).....       | 14     | 23 45  | + 5 21    | Trepidatorio y oscilatorio |
| Zacualpan (México).....        | 14     | 23 45  | + 6 21    | —                          |
| Sultepec (México).....         | 14     | 23 35  | + 6 11    | Oscilatorio.....           |
| Valle de Bravo (México).....   | 14     | 23 15  | + 5 51    | Trepidatorio.....          |
| Ixtapan del Oro (México).....  | 14     | 23 32  | + 6 08    | Oscilatorio.....           |
| Temascaltepec (México).....    | 14     | 23 35  | + 6 11    | —                          |
| Pachuca (Hidalgo) .....        | 14     | 23 45  | + 6 21    | —                          |
| Ayutla (Guerrero).....         | 14     | 23 50  | + 6 26    | Trepidatorio y oscilatorio |
| Chilpancingo (Guerrero) .....  | 14     | 23 27  | + 6 03    | —                          |
| Tlatlauqui (Puebla) .....      | 14     | 23 30  | + 6 36    | —                          |
| Furbero (Veracruz).....        | 14     | 23 40  | + 6 16    | Oscilatorio.....           |
| León (Guanajuato).....         | 14     | 23 30  | + 6 06    | —                          |
| Celaya (Guanajuato) .....      | 14     |        |           | —                          |
| Chignahuapan (Puebla).....     | 14     | 23 40  | + 6 16    | Oscilatorio.....           |
| Querétaro (Querétaro).....     | 14     |        |           | —                          |
| Chilpancingo (Guerrero).....   | 16     | 21 30  | + 4 06    | Oscilatorio.....           |
| Chilapa (Guerrero).....        | 16     | 21 30  | + 4 06    | —                          |
| Teposcolula (Oaxaca) .....     | 16     | 13 00  | + 19 36   | —                          |
| Acapulco (Guerrero).....       | 16     | 21 30  | + 4 06    | —                          |
| Salina Cruz (Oaxaca).....      | 16     | 21 30  | + 4 06    | —                          |
| Silacayoapan (Oaxaca).....     | 16     | 0 45   | 7 21      | —                          |
| — — —                          | 16     | 1 50   | 8 26      | —                          |
| — — —                          | 16     | 3 16   | 9 52      | —                          |
| — — —                          | 16     | 21 20  | + 3 56    | —                          |
| — — —                          | 17     | 0 40   | 7 16      | —                          |
| — — —                          | 17     | 5 05   | 11 41     | —                          |
| México (Distrito Federal)..... | 19     | 2 00   | 8 36      | Oscilatorio.....           |
| Chilpancingo (Guerrero).....   | 19     | 16 17  | 22 53     | —                          |
| — — —                          | 20     | 1 30   | 8 06      | Oscilatorio y trepidatorio |

| SENTIDOS           |              |                   | FENOMENOS ACOMPAÑANTES       | OBSERVACIONES  |
|--------------------|--------------|-------------------|------------------------------|--|
| Intensidad         | Duración     | Dirección         |                              |  |
| erte ...           | m s.<br>0 50 |                   |                              |  |
| ... ..             | 0 40         |                   |                              |  |
| ... ..             | 0 40         | E. á W.           |                              |  |
| ... ..             |              | N. á S.           |                              |  |
| erte ...           | 1 30         | NE. á SW.         |                              |  |
| ... ..             |              |                   |                              |  |
| erte ...           | 2 00         |                   | Ruidos subterráneos.         | Larga duración y diferentes direcciones.   |
| ediana.            | 1 30         |                   |                              |  |
| erte ...           | 0 40         | E. á W. y S. á N. |                              |  |
| ... ..             |              |                   |                              |  |
| ... ..             | 0 38         | N. á S. y E. á W. |                              |  |
| ... ..             | 0 45         |                   |                              |  |
| ... ..             | 0 30         |                   |                              |  |
| ... ..             | 0 30         | N. á S.           |                              |  |
| ... ..             | 1 00         | NE. á SW.         |                              | Repitió á las 23 <sup>h</sup> 45 <sup>m</sup> .  |
| ... ..             | 0 20         | N. á S. E. á W.   |                              |  |
| ... ..             |              | NW. á SE.         |                              |  |
| erte ...           | 0 30         | E. á W.           | Fuertes ruidos subterráneos. | Población en completa ruina. Varias desgracias.  |
| ortisi-<br>ma....  | } 2 00       | S. á N.           |                              |  |
| ... ..             |              |                   | Fuerte olor á azufre         | Serios perjuicios en construcciones.   |
| ... ..             | 0 05         | E. á W.           |                              |  |
| ... ..             |              | W. á E.           |                              |  |
| modera-<br>da .... | } 0 25       | WNW. á ESE.       |                              | Repitió á las 23 <sup>h</sup> 45 <sup>m</sup> con dirección WSW. á ENE., duración 8 <sup>o</sup> . |
| gera....           |              |                   |                              |  |
| erte ...           |              |                   |                              |  |
| ... ..             |              |                   |                              |  |
| ... ..             | 0 30         | E. á W.           |                              |  |
| ... ..             |              | E. á W.           |                              |  |
| ... ..             |              | E. á W.           |                              |  |
| erte ...           | 0 02         |                   |                              |  |
| uave.              |              |                   |                              |  |
| ... ..             |              |                   |                              |  |
| erte ...           | 0 02         |                   |                              |  |
| uave.              |              |                   |                              |  |
| gera ...           | 0 05         | NE. á SW.         |                              |  |
| regular ..         | 0 06         | N. á S.           |                              |  |
| ... ..             | 0 10         | S. á N.           |                              | Un ligero movimiento trepidatorio.   |

| LUGAR                          | Fecha | HORAS         |           | Clase                     |
|--------------------------------|-------|---------------|-----------|---------------------------|
|                                |       | México        | Greenwich |                           |
| Acapulco (Guerrero).....       | 20    | h. m.<br>1 32 | 8 08      | Oscilatorio.....          |
| Chilpancingo (Guerrero) .....  | 20    | 13 00         | 19 36     | — .....                   |
| — .....                        | 20    | 14 00         | 20 36     | — .....                   |
| Ayutla (Guerrero) .....        | 22    | 6 28          | 13 04     | — .....                   |
| Silacayoapan (Oaxaca) .....    | 22    | 8 40          | 15 16     | — .....                   |
| Acapulco (Guerrero) .....      | 22    | 9 54          | 16 30     | — .....                   |
| Acapulco (Guerrero) .....      | 22    | 18 29         | + 1 05    | Trepidatorio .....        |
| Chilpancingo (Guerrero) .....  | 22    | 1 30          | 8 06      | Oscilatorio .....         |
| — .....                        | 22    | 8 52          | 15 28     | — .....                   |
| — .....                        | 22    | 9 00          | 15 36     | Trepidatorio y oscilatori |
| — .....                        | 22    | 18 29         | + 1 05    | Oscilatorio .....         |
| Silacayoapan (Oaxaca) .....    | 23    | 11 10         | 17 46     | — .....                   |
| — .....                        | 23    | 14 55         | 21 31     | — .....                   |
| Acapulco (Guerrero) .....      | 23    | 2 45          | 9 21      | Trepidatorio .....        |
| Iguala (Guerrero) .....        | 23    | 2 55          | 9 31      | Oscilatorio .....         |
| Mexcala (Guerrero).....        | 23    | 2 58          | 9 34      | — .....                   |
| Tlapa (Guerrero) .....         | 23    | 18 25         | + 1 01    | Trepidatorio .....        |
| Teposcolula (Oaxaca) .....     | 23    | 2 53          | 9 29      | — .....                   |
| Tlapa (Guerrero) .....         | 23    | 3 00          | 9 36      | — .....                   |
| Chilpancingo (Guerrero).....   | 23    | 22 50         | + 5 26    | Oscilatorio.....          |
| Aguas Blancas (Guerrero)....   | 23    | 8 20          | 14 56     | — .....                   |
| Silacayoapan (Oaxaca) .....    | 24    | 20 32         | + 3 08    | — .....                   |
| Chilpancingo (Guerrero) .....  | 24    | 2 53          | 9 29      | — .....                   |
| San Jerónimo (Guerrero).....   | 24    | 5 25          | 12 01     | — .....                   |
| Teotitlán (Oaxaca) .....       | 24    | 23 32         | + 6 08    | — .....                   |
| Silacayoapan (Oaxaca) .....    | 25    | 3 35          | 10 11     | — .....                   |
| Bravos (Guerrero).....         | 26    | 11 36         | 18 12     | Trepidatorio .....        |
| San Luis Allende (Guerrero)... | 26    | 11 35         | 18 11     | Oscilatorio.....          |
| Ayutla (Guerrero) .....        | 26    | 11 34         | 18 11     | — .....                   |
| Chilpancingo (Guerrero) .....  | 27    | 5 30          | 12 06     | — .....                   |
| Silacayoapan (Oaxaca) .....    | 27    | 3 42          | 10 18     | — .....                   |
| Chilpancingo (Guerrero) .....  | 28    | 19 20         | + 1 56    | — .....                   |
| — .....                        | 29    | 5 30          | 12 06     | — .....                   |
| — .....                        | 29    | 10 29         | 17 03     | — .....                   |
| Silacayoapan (Oaxaca) .....    | 29    | 6 10          | 12 46     | — .....                   |
| MAYO                           |       |               |           |                           |
| Silacayoapan (Oaxaca) .....    | 1º    | 1 30          | 8 06      | Trepidatorio .....        |
| — .....                        | 1º    | 22 28         | + 5 04    | Oscilatorio.....          |
| Juquila (Oaxaca) .....         | 2     | 15 17         | 21 55     | — .....                   |
| Jamiltepec (Oaxaca) .....      | 4     | 17 06         | 23 42     | — .....                   |
| Ayutla (Guerrero) .....        | 4     | 10 30         | 17 07     | — .....                   |
| — .....                        | 6     | 1 05          | 7 41      | — .....                   |
| — .....                        | 7     | 12 30         | 19 06     | Oscilatorio.....          |
| Salina Cruz (Oaxaca).....      | 7     | 5 00          | 11 36     | — .....                   |
| México (D. F.).....            | 9     | 17 55         | + 0 31    | — .....                   |

| SENTIDOS   |          |               | FENOMENOS ACOMPAÑANTES | OBSERVACIONES  |
|------------|----------|---------------|------------------------|--|
| Intensidad | Duración | Dirección     |                        |  |
| regular .. | 0 02     | SE. á NW.     |                        |  |
| ave....    | 0 05     |               |                        |  |
| - .....    | 0 03     |               |                        |  |
| regular .. | 0 05     |               |                        |  |
| .....      | 0 02     |               |                        |  |
| erte....   | 0 02     | E. á W.       |                        |  |
| - .....    | 0 02     |               |                        |  |
| .....      |          | S. á N.       |                        |  |
| .....      | 0 10     |               |                        |  |
| - .....    | 0 15     | S. á N.       |                        |  |
| .....      | 0 02     |               |                        |  |
| .....      | 0 02     |               |                        |  |
| erte....   | 0 02     |               |                        |  |
| gera.      |          |               |                        |  |
| .....      | 0 02     |               |                        |  |
| .....      | 0 20     |               |                        |  |
| ca.....    | 0 30     | S. á N.       |                        |  |
| .....      |          | N. á S.       |                        |  |
| .....      | 0 03     |               |                        |  |
| erte....   | 0 17     |               |                        |  |
| - .....    | 0 04     |               |                        |  |
| .....      | 1 20     | O. á P .....  | Ruidos subterráneos.   |  |
| .....      | 0 04     |               |                        |  |
| regular .. | 0 20     |               |                        |  |
| erte....   | 0 10     |               |                        | Ruidos subterráneos.   |
| .....      | 0 10     |               |                        | { Aumentó considerablemente el agua del río después del terremoto.   |
| regular .. | 0 40     |               |                        |  |
| .....      | 0 03     |               |                        | { Repitió á las 6 <sup>h</sup> 30 <sup>m</sup><br>Repitió á las 5 <sup>h</sup> 24 <sup>m</sup> , duración 4''. |
| gera....   | 0 05     |               |                        |  |
| oca.....   | 0 07     | S. á N.       |                        |  |
| - .....    | 0 05     | S. á N.       |                        |  |
| .....      | 0 03     |               |                        |  |
| .....      | 0 03     |               |                        |  |
| .....      | 0 04     |               |                        |  |
| .....      | 0 10     | N. á S        |                        |  |
| .....      | 0 06     | SE. á NO..... | Ruidos subterráneos.   |  |
| .....      | 0 11     |               | — —                    |  |
| .....      |          |               | — —                    |  |
| .....      | 0 07     |               | Fuerte retumbo.        |  |
| .....      | 0 02     |               |                        |  |
| gera....   | inap.    | NNW. á SSE.   |                        | Dos sacudidas violentas.   |



| LUGAR                          | Fecha. | HORAS                     |           | Clase                         |
|--------------------------------|--------|---------------------------|-----------|-------------------------------|
|                                |        | México                    | Greenwich |                               |
| Ayutla (Guerrero) .....        | 9      | <sup>b. m.</sup><br>17 45 | + 0 21    | Oscilatorio .....             |
| Chilpancingo (Guerrero) .....  | 9      | 17 45                     | + 0 21    | — .....                       |
| Silacayoapan (Oaxaca) .....    | 9      | 17 43                     | + 0 19    | — .....                       |
| Chilapa (Guerrero) .....       | 9      | 17 43                     | + 0 19    | — .....                       |
| Tlapa (Guerrero) .....         | 9      | 17 45                     | + 0 21    | — .....                       |
| Tecolutla (Guerrero) .....     | 9      | 17 42                     | + 0 18    | — .....                       |
| Aguas Blancas (Guerrero) ..... | 10     | .....                     | .....     | — .....                       |
| Acapulco (Guerrero) .....      | 15     | 23 45                     | + 6 21    | Trepidatorio y oscilato ..... |
| Chilpancingo (Guerrero) .....  | 18     | 16 05                     | 22 41     | Trepidatorio .....            |
| Ayutla (Guerrero) .....        | 18     | 13 53                     | 20 29     | — .....                       |
| — .....                        | 18     | 15 57                     | 22 33     | Oscilatorio .....             |
| Chilpancingo (Guerrero) .....  | 18     | 20 22                     | + 2 58    | Trepidatorio .....            |
| — .....                        | 18     | 21 35                     | + 4 11    | Oscilatorio .....             |
| Ayutla (Guerrero) .....        | 18     | 20 20                     | + 2 56    | — .....                       |
| — .....                        | 18     | 21 10                     | + 3 46    | — .....                       |
| — .....                        | 18     | 21 34                     | + 4 20    | — .....                       |
| Silacayoapan (Oaxaca) .....    | 18     | 21 13                     | + 3 49    | — .....                       |
| Ometepec (Guerrero) .....      | 18     | 21 30                     | + 4 06    | Trepidatorio y oscilato ..... |
| — .....                        | 19     | 8 42                      | 15 18     | — .....                       |
| Ayutla (Guerrero) .....        | 19     | 21 30                     | + 4 06    | .....                         |
| — .....                        | 20     | 10 05                     | 16 41     | Oscilatorio .....             |
| — .....                        | 20     | 13 05                     | 19 41     | — .....                       |
| — .....                        | 20     | 7 10                      | 13 46     | — .....                       |
| Arizpe (Sonora) .....          | 26     | 4 10                      | 10 46     | .....                         |
| Agua Prieta (Sonora) .....     | 26     | 4 25                      | 11 01     | .....                         |
| Fronteras (Sonora) .....       | 26     | 4 22                      | 10 58     | Oscilatorio .....             |
| Ayutla (Guerrero) .....        | 26     | 11 00                     | 17 36     | — .....                       |
| — .....                        | 26     | 20 10                     | + 2 45    | — .....                       |
| Chilpancingo (Guerrero) .....  | 29     | 20 40                     | + 3 16    | Trepidatorio .....            |
| Ayutla (Guerrero) .....        | 31     | 19 00                     | + 1 36    | .....                         |
| — .....                        | 31     | 20 00                     | + 2 36    | .....                         |
| <b>JUNIO</b>                   |        |                           |           |                               |
| Ayutla (Guerrero) .....        | 10     | 13 55                     | 20 31     | Oscilatorio .....             |
| San Marcos (Guerrero) .....    | 11     | 12 45                     | 19 21     | Trepidatorio .....            |
| Ayutla (Guerrero) .....        | 11     | 12 40                     | 19 16     | .....                         |
| San Luis Allende (Guerrero) .. | 11     | 12 42                     | 19 18     | Trepidatorio .....            |
| Acapulco (Guerrero) .....      | 11     | 12 45                     | 19 21     | Oscilatorio .....             |
| Quicatlán (Oaxaca) .....       | 11     | 12 45                     | 19 21     | — .....                       |
| Chilpancingo (Guerrero) .....  | 11     | 12 43                     | 19 19     | — .....                       |
| Huajuapán (Oaxaca) .....       | 11     | 12 42                     | 19 18     | Trepidatorio y oscilato ..... |
| Ometepec (Guerrero) .....      | 11     | 12 43                     | 19 19     | Trepidatorio .....            |
| Iguala (Guerrero) .....        | 11     | 12 45                     | 19 21     | Oscilatorio .....             |
| Oaxaca (Oaxaca) .....          | 11     | 12 48                     | 19 24     | .....                         |
| Puebla (Puebla) .....          | 11     | 12 40                     | 19 16     | Oscilatorio .....             |
| Teposcolula (Oaxaca) .....     | 11     | 12 45                     | 19 21     | — .....                       |

| SENTIDOS   |               |                 | FENOMENOS ACOMPAÑANTES. | OBSERVACIONES    |
|------------|---------------|-----------------|-------------------------|------------------|
| Intensidad | Duración      | Dirección       |                         |                  |
| .....      | m. p.<br>0 10 | S. á N.         |                         |                  |
| Regular .. | 0 20          |                 |                         |                  |
| Poca ..... | 0 15          |                 |                         |                  |
| — .....    | 0 30          |                 |                         |                  |
| — .....    | 0 10          |                 |                         |                  |
| Fuerte.... | 0 04          |                 |                         |                  |
| — ....     | 0 05          | ..... {         | Ruidos subterráneos     |                  |
| Regular..  | 0 10          | .....           | del Sur,                |                  |
| Fuerte.... | .....         | .....           | Con intermitencias.     |                  |
|            |               |                 | Trepidación violenta.   |                  |
|            |               | S. á N.         |                         |                  |
| Regular..  | 0 12          | O. á P.         |                         |                  |
| — ..       | 0 07          | O. á P.         |                         |                  |
| .....      |               | S. á N.         |                         |                  |
| .....      |               | S. á N.         | Ruidos subterráneos.    |                  |
| .....      |               | S. á N.         | — —                     |                  |
| .....      | 0 08          | W. á E.         |                         |                  |
| .....      | 0 15          | S. á N.         | — —                     |                  |
| .....      | 0 12          | S. á N.         | — —                     |                  |
| Fuerte.... | .....         | ..... {         | Prolongado ruidosub-    |                  |
|            |               |                 | terráneo.               |                  |
| Mediana..  | Poca.         | S. á N.         | Ruidos subterráneos.    |                  |
| — .....    | —             | S. á N.         | — —                     |                  |
| .....      | 0 12          | S. á N.         | — —                     |                  |
| Poca ..... | 0 02          |                 |                         |                  |
| .....      | 0 20          | NE. á E.        |                         |                  |
| .....      | 0 20          |                 |                         |                  |
| .....      |               | S. á N.         | Fuerte retumbo.         |                  |
| .....      |               | S. á N.         | — —                     |                  |
| Regular..  | 0 05          |                 |                         |                  |
| .....      | Poca.         | SE. á NW..... { | Prolongado ruidosub-    |                  |
|            |               |                 | terráneo.               |                  |
| Fuerte.... | 0 15          |                 |                         |                  |
| Fuerte.... | 0 20          |                 |                         |                  |
| .....      | 0 03          | E. á O.         |                         |                  |
| .....      | 0 02          |                 |                         |                  |
| Regular..  | 0 30          | S. á N.         |                         |                  |
| .....      | 0 03          | O. á P.         |                         |                  |
| Fuerte.... | 0 15          | S. á N.         | Ruidos subterráneos.    |                  |
| Regular..  | 0 03          |                 |                         |                  |
| .....      | 0 02          |                 |                         |                  |
| Ligero ... | 0 10          | NE. á SE.       |                         |                  |
| .....      | 0 20          | S. á N.         | .....                   | Dos movimientos. |

| LUGAR                            | Fecha. | HORAS  |           | MO                |
|----------------------------------|--------|--------|-----------|-------------------|
|                                  |        | México | Greenwich |                   |
|                                  |        | b. no. |           |                   |
| Tecamachalco (Puebla).....       | 11     | 12 46  | 19 22     | Trepidatorio..... |
| Silacayoapan (Oaxaca).....       | 11     | 12 42  | 19 18     | Oscilatorio.....  |
| Ayutla (Guerrero).....           | 13     | 10 00  | 16 36     | — .....           |
| San Luis de la Loma (Guerrero)   | 14     | 19 45  | + 21      | — .....           |
| Providencia (Oaxaca).....        | 23     | 8 00   | 14 36     | Trepidatorio..... |
| San Cristóbal (Oaxaca).....      | 23     | 8 00   | 14 36     | Oscilatorio.....  |
| Zintulapa (Guerrero).....        | 23     | 8 00   | 14 36     | Trepidatorio..... |
| Tapanatepec (Oaxaca).....        | 23     | 8 00   | 14 36     | Oscilatorio.....  |
| Juchitán (Oaxaca).....           | 23     | 8 05   | 14 41     | — .....           |
| Tuxtla Gutiérrez (Chiapas)...    | 23     | 8 00   | 14 36     | Trepidatorio..... |
| Niltepec (Chiapas).....          | 23     | 7 55   | 14 31     | Oscilatorio.....  |
| Pijijiapan (Chiapas).....        | 23     | 8 00   | 14 36     | Trepidatorio..... |
| Tonalá (Chiapas).....            | 23     | 8 00   | 14 36     | Oscilatorio.....  |
| San Cristóbal las Casas (Chpas ) | 23     | 8 00   | 14 36     | — .....           |
| Tuxtla Gutiérrez (Chiapas).....  | 23     | 8 30   | 15 06     | — .....           |
| Chiapa (Chiapas).....            | 23     | 8 30   | 15 06     | — .....           |
| JULIO                            |        |        |           |                   |
| Chilpancingo (Guerrero).....     | 3      | 11 20  | 17 56     | Oscilatorio.....  |
| Flaxiaco (Oaxaca).....           | 3      | 11 30  | 18 06     | — .....           |
| Iguala (Guerrero).....           | 3      | 11 20  | 17 56     | — .....           |
| Bravos (Guerrero).....           | 3      | 11 20  | 17 56     | — .....           |
| Silacayoapan (Oaxaca).....       | 3      | 11 20  | 17 56     | — .....           |
| Huajuapán (Oaxaca).....          | 3      | 11 30  | 18 06     | — .....           |
| Ometepec (Guerrero).....         | 3      | 11 17  | 17 53     | — .....           |
| San Luis Allende (Guerrero)...   | 3      | 11 10  | 17 46     | — .....           |
| Silacayoapan (Oaxaca).....       | 3      | 11 20  | 17 56     | Oscilatorio.....  |
| Teposcolula (Oaxaca).....        | 3      | 11 18  | 17 54     | — .....           |
| Ayutla (Guerrero).....           | 3      | 11 20  | 17 56     | — .....           |
| Tierra Colorada (Guerrero)....   | 9      | 21 25  | + 4 01    | Trepidatorio..... |
| Ayutla (Guerrero).....           | 10     | 6 30   | 13 06     | Oscilatorio.....  |
| Tierra Colorada (Guerrero)....   | 10     | 6 30   | 13 06     | Trepidatorio..... |
| Silacayoapan (Oaxaca).....       | 10     | 6 30   | 13 06     | Oscilatorio.....  |
| Mexcala (Guerrero).....          | 10     | 18 12  | + 0 48    | — .....           |
| Ayutla (Guerrero).....           | 11     | 20 15  | + 2 51    | — .....           |
| Chilpancingo (Guerrero).....     | 11     | 20 30  | + 3 06    | — .....           |
| San Luis Allende (Guerrero)...   | 13     | 7 53   | 14 29     | — .....           |
| Tapanatepec (Oaxaca).....        | 13     | 20 30  | + 3 06    | — .....           |
| Tierra Colorada (Guerrero)....   | 14     | 33 30  | + 6 06    | — .....           |
| Chilpancingo (Guerrero).....     | 14     | 23 30  | + 6 06    | — .....           |
| Chietla (Puebla).....            | 17     | 19 49  | + 2 25    | — .....           |
| Acapulco (Guerrero).....         | 20     | 18 18  | + 0 54    | Trepidatorio..... |
| Tierra Colorada (Guerrero)....   | 20     | 18 10  | + 0 46    | — .....           |
| México (Distrito Federal).....   | 20     | 18 13  | + 0 49    | Oscilatorio.....  |
| Agua Blanca (Guerrero).....      | 20     | 18 15  | + 0 51    | Trepidatorio..... |

| SENTIDOS   |               |           | FENOMENOS ACOMPAÑANTES          | OBSERVACIONES  |
|------------|---------------|-----------|---------------------------------|--|
| Intensidad | Duración      | Dirección |                                 |  |
| ligera...  | m. s.<br>0 16 |           |                                 |  |
| — ...      | 0 7           | W. á E.   | Ruidos subterráneos.            |  |
| .....      | 0 5           | SE á NO.  |                                 |  |
| .....      | 0 5           |           |                                 |  |
| .....      | 0 8           | .....     | .....                           | { Repitió á las 8 <sup>h</sup> 2 <sup>m</sup> , duración 10 <sup>s</sup> . |
| .....      | 0 10          | S. á N.   |                                 |  |
| .....      | 0 5           | .....     | Fuerte retumbo.                 |  |
| .....      | 0 20          |           |                                 |  |
| .....      | 0 15          | N. á S.   | Ruidos subterráneos.            |  |
| uy fuer-   | { 0 15        | W. á E.   | .....                           | { Repitió después siendo suave.  |
| te.....    |               | N. á S.   |                                 |  |
| .....      | 0 10          | O. á P.   | Ruidos subterráneos.            |  |
| .....      | 0 7           |           |                                 |  |
| .....      | 0 8           |           |                                 |  |
| .....      | 0 5           |           |                                 |  |
| .....      | 0 5           |           |                                 |  |
| .....      | 0 5           |           |                                 |  |
| uerte...   | 0 5           |           |                                 |  |
| .....      | 0 2           |           |                                 |  |
| egular..   | 0 10          |           |                                 |  |
| uerte...   | 0 5           |           |                                 |  |
| .....      | 0 6           | NW. á SE. |                                 |  |
| .....      | 0 1           |           |                                 |  |
| uerte...   | 0 15          | S. á N.   |                                 |  |
| — ...      | 0 12          | .....     | Ruido subterráneo.              |  |
| egular..   | 0 6           |           |                                 |  |
| .....      | 0 6           | E. á W.   |                                 |  |
| .....      | 0 6           | SE. á NW. | { Prolongado ruido subterráneo. |  |
| igera.     |               |           |                                 |  |
| .....      | Poca.         | SE. á NW. |                                 |  |
| uerte...   | .....         | .....     | .....                           | { Durante la noche frecuentes ruidos subterráneos.                         |
| igera...   | 0 3           | NE. á SW. |                                 |  |
| uerte...   | Corta         | N. á S.   | Ruidos subterráneos.            |  |
| .....      | .....         | .....     |                                 |  |
| egular..   |               |           |                                 |  |
| uerte...   | 0 10          |           |                                 |  |
| .....      | 0 2           |           |                                 |  |
| uerte...   | 0 8           | S. á N.   |                                 |  |
| igera...   | Corta         | S. á N.   |                                 |  |
| .....      | 0 2           |           |                                 |  |
| uerte...   | 0 30          | .....     | Ruido subterráneo.              |  |
| — ...      | 0 12          |           |                                 |  |
| igera...   | inap.         | NW. á SE. |                                 |  |
| uerte...   | 0 10          |           |                                 |  |

| LUGAR                            | Fecha. | HORAS  |           | MO                         |
|----------------------------------|--------|--------|-----------|----------------------------|
|                                  |        | México | Greenwich |                            |
|                                  |        | h. m.  | h. m.     |                            |
| Chilpancingo (Guerrero).....     | 20     | 18 12  | + 0 48    | Oscilatorio y trepidatorio |
| San Luis de la Loma (Guerrero)   | 20     | 18 12  | + 0 48    | Trepidatorio .....         |
| Iguala (Guerrero).....           | 20     | 18 15  | + 0 51    | Oscilatorio.....           |
| San Gerónimo (Guerrero).....     | 20     | 18 15  | + 0 51    | Trepidatorio .....         |
| Tuxtla Gutiérrez (Chiapas)....   | 21     | 4 00   | 10 36     | — .....                    |
| San Gerónimo (Guerrero) .....    | 21     | .....  | .....     | .....                      |
| Tehuantepec (Oaxaca).....        | 24     | 15 16  | 21 52     | .....                      |
| Agua Blanca (Guerrero).....      | 29     | 19 17  | + 1 53    | Trepidatorio .....         |
| AGOSTO                           |        |        |           |                            |
| Juquila (Oaxaca).....            | 2      | 20 30  | + 3 06    | Oscilatorio.....           |
| Altata (Sinaloa).....            | 8      | 2 3    | 8 39      | — .....                    |
| San Luis Allende (Guerrero) ..   | 9      | 7 44   | 14 20     | — .....                    |
| Motzintla (Chiapas).....         | 18     | 11 15  | 17 51     | — .....                    |
| Juquila (Oaxaca).....            | 21     | 2 35   | 9 11      | — .....                    |
| Jamiltepec (Oaxaca).....         | 25     | 13 7   | 19 43     | Trepidatorio .....         |
| Agua Blanca (Guerrero).....      | 31     | 18 44  | + 1 20    | Oscilatorio .....          |
| SEPTIEMBRE                       |        |        |           |                            |
| Jamiltepec (Oaxaca).....         | 10     | 9 4    | 15 40     | Oscilatorio .....          |
| San Luis Allende (Guerrero)...   | 11     | 17 7   | 23 43     | — .....                    |
| Ayutla (Guerrero).....           | 11     | 17 7   | 23 43     | — .....                    |
| Tlaxcala (Tlaxcala).....         | 24     | 6 30   | 13 06     | — .....                    |
| Cuernavaca (Morelos).....        | 24     | 6 35   | 13 11     | — .....                    |
| San Luis Allende (Guerrero)...   | 24     | 6 32   | 13 08     | — .....                    |
| Acapulco (Guerrero).....         | 24     | 4 52   | 11 28     | — .....                    |
| — .....                          | 24     | 6 26   | 13 02     | — .....                    |
| Tierra Colorada (Guerrero) ..... | 24     | 1 00   | 7 36      | — .....                    |
| — .....                          | 24     | 1 5    | 7 41      | — .....                    |
| — .....                          | 24     | 5 5    | 11 41     | — .....                    |
| — .....                          | 24     | 8 40   | 13 16     | — .....                    |
| San Marcos (Guerrero).....       | 24     | 2 55   | 10 31     | Oscilatorio .....          |
| — .....                          | 24     | 6 34   | 13 10     | — .....                    |
| Silacayoapan (Oaxaca).....       | 24     | 4 45   | 11 21     | Oscilatorio .....          |
| — .....                          | 24     | 6 30   | 13 06     | — .....                    |
| México (Distrito Federal) .....  | 24     | 6 35   | 13 11     | — .....                    |
| Iguala (Guerrero).....           | 24     | 4 53   | 11 29     | — .....                    |
| — .....                          | 24     | 6 00   | 12 36     | — .....                    |
| Mexcala (Guerrero).....          | 24     | .....  | .....     | .....                      |
| Teposcolula (Oaxaca) .....       | 24     | 4 00   | 10 36     | Oscilatorio .....          |
| — .....                          | 24     | 6 30   | 13 06     | — .....                    |
| Orizaba (Veracruz).....          | 24     | 6 45   | 13 21     | — .....                    |
| Tuxtepec (Oaxaca).....           | 24     | 6 40   | 13 16     | — .....                    |

| SENTIDOS    |                          |               | FENOMENOS ACOMPAÑANTES          | OBSERVACIONES                       |
|-------------|--------------------------|---------------|---------------------------------|-------------------------------------|
| Intensidad  | Duración                 | Dirección     |                                 |                                     |
| fuerte....  | <sup>10. 5</sup><br>0 23 | O. á P.....   | .....                           | { Dos movimientos casi continuados. |
| fuerte....  | Larga                    |               |                                 |                                     |
| regular..   | 0 10                     |               |                                 |                                     |
| .....       | 0 10                     |               |                                 |                                     |
| fuerte....  | 0 3                      |               |                                 |                                     |
| — .....     | 0 3                      |               |                                 |                                     |
| — .....     | 0 4                      |               |                                 |                                     |
| mediana.    | 0 5                      | N.E. á S. O.  |                                 |                                     |
| .....       | Corta.                   | E. á W.       |                                 |                                     |
| .....       | 0 5                      |               |                                 |                                     |
| .....       | 0 3                      | .....         | { Ruido subterráneo prolongado. |                                     |
| fuerte....  | Corta.                   |               |                                 |                                     |
| mediana.    | 0 3                      | S. á N.....   | Ruidos subterráneos.            |                                     |
| .....       | 0 4                      |               |                                 |                                     |
| fuave....   | 0 5                      | .....         | { Profundo ruidosubterráneo.    |                                     |
| fuerte....  | 0 5                      | N. á S.       |                                 |                                     |
| .....       | .....                    | S. E. á N. W. |                                 |                                     |
| .....       | 0 10                     | N. á S.       |                                 |                                     |
| igera ...   | 0 8                      | N. E. á S. W. |                                 |                                     |
| .....       | 0 10                     | .....         | Ruidos subterráneos.            |                                     |
| fuerte ...  | 0 4                      | E. á O.       |                                 |                                     |
| — .....     | 0 14                     | E. á O.       |                                 |                                     |
| .....       | 0 10                     | S. á N.       |                                 |                                     |
| fuerte....  | 0 12                     |               |                                 |                                     |
| .....       | 0 8                      | S. á N .....  | Ruidos subterráneos.            |                                     |
| fuerte....  | 0 6                      | N. W. á S. E. |                                 |                                     |
| .....       | 0 5                      |               |                                 |                                     |
| .....       | 0 5                      | N. á S.       |                                 |                                     |
| fuerte. ... | .....                    | O. á P.       |                                 |                                     |
| regular..   | .....                    |               |                                 |                                     |
| .....       | .....                    | .....         | { Fuertes ruidos subterráneos.  |                                     |
| fuerte....  | 0 15                     | O. á P .....  | Ruidos subterráneos.            |                                     |
| fuave....   | 0 6                      | S. á N.       |                                 |                                     |
| igera ...   | .....                    | .....         | .....                           | { Se sintieron dos movimientos.     |
| fuave....   | 0 5                      |               |                                 |                                     |



| LUGAR                          | Fecha. | HORAS  |           | MOV.                       |
|--------------------------------|--------|--------|-----------|----------------------------|
|                                |        | México | Greenwich |                            |
|                                |        | h. m.  | h. m.     | Clase                      |
| Cuicatlán (Oaxaca).....        | 24     | 4 30   | 11 06     | Oscilatorio.....           |
| — — — — —                      | 24     | 6 15   | 12 51     | — — — — —                  |
| Chilpancingo (Guerrero).....   | 24     | 4 30   | 11 06     | — — — — —                  |
| — — — — —                      | 24     | 6 32   | 13 08     | — — — — —                  |
| Acapulco (Guerrero).....       | 25     | 21 27  | + 4 03    | — — — — —                  |
| Salina Cruz (Oaxaca).....      | 27     | 8 25   | 15 01     | — — — — —                  |
| Tehuantepec (Oaxaca).....      | 27     | 8 17   | 14 53     | — — — — —                  |
| OCTUBRE                        |        |        |           |                            |
| Acapulco (Guerrero).....       | 19     | .....  | .....     | Trepidatorio y oscilatorio |
| San Marcos (Guerrero).....     | 4      | 1 35   | 8 11      | Oscilatorio.....           |
| San Luis Aliende (Guerrero)... | 4      | 1 35   | 8 11      | — — — — —                  |
| Teposcolula (Oaxaca).....      | 4      | 1 00   | 7 36      | — — — — —                  |
| Chilpancingo (Guerrero).....   | 4      | 1 45   | 8 21      | — — — — —                  |
| Tapachula (Chiapas) ...        | 8      | 23 35  | + 6 11    | — — — — —                  |
| Sta. Rosalía (Baja California) | 16     | 7 22   | 13 56     | — — — — —                  |
| Guaymas (Sonora).....          | 16     | 7 20   | 13 56     | — — — — —                  |
| Hermosillo (Sonora).....       | 16     | 7 45   | 14 21     | — — — — —                  |
| Ures (Sonora).....             | 16     | 7 20   | 13 56     | — — — — —                  |
| Ortiz (Sonora).....            | 16     | 7 20   | 13 56     | Trepidatorio.....          |
| NOVIEMBRE                      |        |        |           |                            |
| Juquila (Oaxaca).....          | 11     | 5 25   | 12 01     | Oscilatorio.....           |
| Acapulco (Guerrero).....       | 12     | 3 09   | 9 45      | — — — — —                  |
| México (Distrito Federal)..... | 18     | 12 27  | 19 03     | — — — — —                  |
| Puebla (Puebla).....           | 18     | 12 30  | 19 06     | — — — — —                  |
| Juxtlahuaca (Oaxaca).....      | 18     | 12 25  | 19 01     | Oscilatorio.....           |
| San Luis Aliende (Guerrero)... | 18     | 12 25  | 19 01     | — — — — —                  |
| Tehuacán (Puebla).....         | 18     | 12 25  | 19 01     | — — — — —                  |
| Iguala (Guerrero).....         | 18     | 12 27  | 19 03     | — — — — —                  |
| Cuicatlán (Oaxaca).....        | 18     | 12 22  | 18 58     | — — — — —                  |
| — — — — —                      | 18     | 12 23  | 18 59     | — — — — —                  |
| Nochixtlán (Oaxaca).....       | 18     | 12 25  | 19 01     | — — — — —                  |
| Pinotepa (Oaxaca).....         | 18     | 12 25  | 19 01     | — — — — —                  |
| Ometepec (Guerrero).....       | 18     | 12 25  | 19 01     | — — — — —                  |
| Jamiltepec (Oaxaca).....       | 18     | 12 25  | 19 01     | — — — — —                  |
| Chilpancingo (Guerrero).....   | 18     | 12 25  | 19 01     | Oscilatorio.....           |
| Tlaxcala (Tlaxcala).....       | 18     | 12 30  | 19 06     | — — — — —                  |
| Silacayoapan (Oaxaca).....     | 18     | 13 25  | 20 01     | — — — — —                  |
| Juquila (Oaxaca).....          | 18     | 12 25  | 19 01     | — — — — —                  |
| — — — — —                      | 18     | 13 37  | 20 13     | — — — — —                  |
| Teposcolula (Oaxaca).....      | 18     | 12 25  | 19 01     | Oscilatorio.....           |
| Tlaxiaco (Oaxaca).....         | 18     | 12 26  | 19 02     | — — — — —                  |
| Juxtlahuaca (Oaxaca).....      | 18     | 12 20  | 18 56     | — — — — —                  |
| Ixtapan del Oro (México).....  | 18     | 12 43  | 19 19     | — — — — —                  |
| Cuicatlán (Oaxaca).....        | 21     | .....  | .....     | — — — — —                  |

| SENTIDOS    |              |                   | FENOMENOS ACOMPAÑANTES              | OBSERVACIONES   |  |
|-------------|--------------|-------------------|-------------------------------------|---|--|
| Intensidad  | Duración     | Dirección         |                                     |   |  |
| .....       | m. s.<br>0 3 | .....             | Ruidos subterráneos.                | Alarma en la población.                                 |  |
| fuerte .... | 0 8          | .....             |                                     |   |  |
| fuerte ...  | 0 20         | E. á W.           |                                     |   |  |
| .....       | 0 20         | S. á N.           |                                     |   |  |
| .....       | 0 5          | N. á S.           |                                     |   |  |
| .....       | 0 5          | E. á W.           | Ruido subterráneo.                  |   |  |
| poca .....  | 0 3          | .....             |                                     |   |  |
| .....       | .....        | .....             |                                     |   |  |
| fuerte ...  | 0 4          | N. á S.           | — —                                 |   |  |
| .....       | 0 12         | .....             |                                     |   |  |
| .....       | 0 20         | .....             |                                     |   |  |
| .....       | 0 40         | .....             | .....                               |   |  |
| regular ..  | 0 40         | E. á W.           |                                     |   |  |
| fuerte .... | 0 5          | E. á W.           |                                     |   |  |
| fuerte ...  | 0 15         | NW. á SE.         | .....                               |   |  |
| .....       | 0 4          | .....             |                                     |   |  |
| .....       | 0 10         | .....             |                                     |   |  |
| fuerte ...  | 0 15         | WE. á E.          | .....                               |   |  |
| .....       | .....        | .....             |                                     |   |  |
| .....       | .....        | .....             |                                     |   |  |
| Mediana ..  | 0 10         | .....             | Ruidos subterráneos.                | Crujieron suavemente los techos.                        |  |
| .....       | 0 3          | N. á S.           |                                     |   |  |
| .....       | 0 15         | E. á W.           |                                     |   |  |
| fuerte ...  | 0 7          | N. á S.           | — —                                 |   |  |
| .....       | 0 15         | E. á W.           |                                     |   |  |
| fuerte ...  | 0 20         | .....             |                                     |   |  |
| fuerte ...  | 0 4          | N. á S.           | — —                                 |   |  |
| regular ..  | 0 10         | .....             |                                     |   |  |
| .....       | 0 3          | .....             |                                     |   |  |
| .....       | 0 10         | .....             | — —                                 |   |  |
| .....       | 0 15         | E. á W.           |                                     |   |  |
| .....       | 0 15         | S. á N.           |                                     |   |  |
| fuerte ...  | 0 40         | S. á N.           | — —                                 |   |  |
| .....       | 0 51         | N. á S.           |                                     |   |  |
| regular ..  | 0 15         | N. á S.           |                                     |   |  |
| .....       | 0 8          | NE. á SW.         | — —                                 | Se sintieron 4 temblores de poca duración é intensidad. |  |
| .....       | 0 5          | NW. á SE.         |                                     |   |  |
| .....       | 0 30         | N. á S. y S. á N. |                                     |   |  |
| fuerte ...  | 0 5          | .....             | Retumbos y ruidos subterráneos..... |   |  |
| fuerte ...  | 0 15         | E. á W.           |                                     |   |  |
| .....       | 0 15         | E. á W.           |                                     |   |  |
| .....       | 0 15         | E. á W.           | {                                   |   |  |
| .....       | .....        | N. á S.           |                                     |   |  |
| .....       | .....        | .....             |                                     |   |  |

| LUGAR                          | Fecha. | HORAS  |           | MOV                |
|--------------------------------|--------|--------|-----------|--------------------|
|                                |        | México | Greenwich |                    |
|                                |        | h. m.  | h. m.     | Clase              |
| Cuicatlán (Oaxaca) .....       | 22     | 3 00   | 9 36      | —                  |
| Linares (Nuevo León) .....     | 24     | 2 14   | 8 50      | Trepidatorio ..... |
| Pinotepa (Guerrero) .....      | 30     | 4 05   | 10 41     | —                  |
| Jamiltepec (Oaxaca) .....      | 30     | 4 03   | 10 39     | Oscilatorio .....  |
| Teposcolula (Oaxaca) .....     | 30     | 4 00   | 10 36     | —                  |
| Silacayoapan (Oaxaca) .....    | 30     | 3 58   | 10 37     | —                  |
| DICIEMBRE                      |        |        |           |                    |
| Tuxtla Gutiérrez (Chiapas) ... | 12     | 4 00   | 10 36     | —                  |
| Acapulco (Guerrero) .....      | 23     | 11 15  | 17 51     | —                  |
| — — .....                      | 23     | 12 25  | 19 01     | Trepidatorio ..... |
| — — .....                      | 25     | 6 43   | 13 19     | Oscilatorio .....  |
| Tapanatepec (Oaxaca) .....     | 25     | 12 14  | 18 50     | —                  |
| — — .....                      | 31     | 2 19   | 8 55      | —                  |
| Juchitán (Oaxaca) .....        | 31     | 2 15   | 8 51      | —                  |
| AN                             |        |        |           |                    |
| LUGAR                          | Fecha. | HORAS  |           | MOV                |
|                                |        | México | Greenwich |                    |
|                                |        | h. m.  | h. m.     | Clase              |
| ENERO                          |        |        |           |                    |
| Manzanillo (Colima) .....      | 7      | 12 20  | 18 57     | —                  |
| Acapulco (Guerrero) .....      | 16     | 11 12  | 17 48     | Oscilatorio .....  |
| — — .....                      | 17     | 6 04   | 9 40      | —                  |
| San Luis Allende (Guerrero) .. | 19     | 22 11  | + 4 47    | —                  |
| Ayutla (Guerrero) .....        | 19     | 22 09  | + 4 45    | —                  |
| FEBRERO                        |        |        |           |                    |
| Pochutla (Oaxaca) .....        | 11     | 16 45  | 23 21     | Oscilatorio .....  |
| Juquila (Oaxaca) .....         | 11     | 16 47  | 23 23     | —                  |
| Pochutla (Oaxaca) .....        | 16     | 8 55   | 15 31     | —                  |
| Juquila (Oaxaca) .....         | 20     | 8 27   | 15 03     | Ondulatorio .....  |
| Doctor Arroyo (Nuevo León)     | 27     | 8 10   | 14 46     | Oscilatorio .....  |
| MARZO                          |        |        |           |                    |
| Acapulco (Guerrero) .....      | 14     | 4 00   | 10 36     | Trepidatorio ..... |
| Jamiltepec (Oaxaca) .....      | 15     | 8 10   | 14 46     | Oscilatorio .....  |
| Doctor Arroyo (Nuevo León)     | 16     | 13 10  | 19 46     | —                  |
| — — — .....                    | 16     | 13 15  | 19 51     | —                  |
| Acapulco (Guerrero) .....      | 20     | 2 40   | 9 16      | Trepidatorio ..... |

| FENOMENOS  |          | FENOMENOS ACOMPAÑANTES | OBSERVACIONES        |
|------------|----------|------------------------|----------------------|
| Intensidad | Duración | Dirección              |                      |
|            | m. s.    |                        |                      |
| .....      | 0 12     |                        |                      |
| .....      | 0 4      |                        |                      |
| uerte ...  | 0 9      | S. á N.                |                      |
| — ...      | 0 6      | S. á N.                |                      |
| .....      | 0 15     | E. á W.                |                      |
| .....      | 0 11     | E. á W.                |                      |
| igera.     |          |                        |                      |
| ruave..... | 0 2      | E. á EW.               |                      |
| — ...      | 0 2      | .....                  | Ruidos subterráneos. |
| — ...      | 0 2      |                        |                      |
|            | 0 3      |                        |                      |
|            | 0 3      |                        |                      |
| egular..   | 0 9      | N. á S.                |                      |

JUL 1908

| TIEMPOS    |            |              | FENOMENOS ACOMPAÑANTES   | OBSERVACIONES |
|------------|------------|--------------|--------------------------|---------------|
| Intensidad | Duración   | Dirección    |                          |               |
|            | m. s.      |              |                          |               |
| .....      | Corta.     |              |                          |               |
| Regular .. | 0 3        | S. á N.....  | Ruidos subterráneos.     |               |
| Fuerte ... | 0 3        | S. á N.....  | — —                      |               |
| — ...      | 0 20       | S. á N.....  | — —                      |               |
| .....      | Corta..... | SE. á NW.    |                          |               |
| .....      | 0 20       | S. á N.      |                          |               |
| Mediana.   | 0 10       |              |                          |               |
| Fuerte ... | 0 30       | S. á N.      |                          |               |
| — ...      | 0 2        |              |                          |               |
| .....      | 0 5        | E. á W.      |                          |               |
| Regular    |            |              |                          |               |
| .....      | 0 3        | S. á N... .. | Largo ruido subterráneo. |               |
| .....      | 0 3        | NE. á SW     |                          |               |
| .....      | 0 3        | NE. á SW.    |                          |               |
| .....      | 0 2        |              |                          |               |

| LUGAR                            | Fecha. | HORAS                     |                           | MOV.                       |
|----------------------------------|--------|---------------------------|---------------------------|----------------------------|
|                                  |        | México                    | Greenwich                 |                            |
| Acapulco (Guerrero).....         | 26     | <sup>h. m.</sup><br>16 20 | <sup>h. m.</sup><br>22 56 | Oscilatorio.....           |
| Ayutla (Guerrero).....           | 26     | 16 20                     | 22 56                     | — .....                    |
| Huajuapán (Oaxaca) .....         | 26     | 16 20                     | 22 56                     | — .....                    |
| Jamiltepec (Oaxaca).....         | 26     | 16 27                     | 23 03                     | — .....                    |
| Juquila (Oaxaca).....            | 26     | 16 28                     | 23 04                     | Oscilatorio y trepidatorio |
| — .....                          | 26     | 16 40                     | 23 16                     | Oscilatorio.....           |
| Pochutla (Oaxaca).....           | 26     | 16 25                     | 23 01                     | — .....                    |
| San Luis Allende (Guerrero) ..   | 26     | 16 20                     | 22 56                     | — .....                    |
| San Marcos (Guerrero).....       | 26     | 16 27                     | 23 03                     | — .....                    |
| San Marcos (Puebla).....         | 26     | 16 27                     | 23 03                     | — .....                    |
| Tierra Colorada (Guerrero)....   | 26     | 16 35                     | 23 11                     | Trepidatorio .....         |
| Chilpancingo (Guerrero).....     | 26     | 16 35                     | 23 11                     | Oscilatorio y trepidatorio |
| Chilapa (Guerrero).....          | 26     | 16 20                     | 22 56                     | Oscilatorio .....          |
| México (Distrito Federal).....   | 26     | 16 28                     | 23 04                     | — .....                    |
| Tacubaya (Distrito Federal)...   | 28     | 16 28                     | 23 04                     | — .....                    |
| Coyoacán (Distrito Federal)...   | 26     | 16 28                     | 23 04                     | — .....                    |
| Mixcoac (Distrito Federal).....  | 21     | 16 28                     | 23 04                     | — .....                    |
| Tlalpan (Distrito Federal) ..... | 26     | 16 28                     | 23 04                     | — .....                    |
| Tacuba (Distrito Federal).....   | 26     | 16 28                     | 23 04                     | — .....                    |
| Atzacapotzalco (D. F.).....      | 26     | 16 28                     | 23 04                     | — .....                    |
| Xochimilco (Distrito Federal)... | 26     | 16 28                     | 23 04                     | — .....                    |
| Milpa Alta (Distrito Federal)... | 26     | 16 28                     | 23 04                     | — .....                    |
| Cuajimalpa (Distrito Federal)... | 26     | 16 28                     | 23 04                     | — .....                    |
| Cuicatlán (Oaxaca).....          | 26     | 16 40                     | 23 16                     | — .....                    |
| Orizaba (Veracruz).....          | 26     | 16 40                     | 23 16                     | — .....                    |
| Toluca (México).....             | 26     | 16 20                     | 22 56                     | Oscilatorio.....           |
| Oaxaca (Oaxaca) .....            | 26     | 16 35                     | 23 11                     | — .....                    |
| Morelia (Michoacán).....         | 26     | 16 29                     | 23 05                     | — .....                    |
| Puebla (Puebla).....             | 26     | 16 37                     | 23 13                     | Oscilatorio y trepidatorio |
| Veracruz (Veracruz).....         | 26     | 16 45                     | 23 21                     | — .....                    |
| Colima (Colima) .....            | 26     | 16 30                     | 23 06                     | — .....                    |
| Irapuato (Guanajuato).....       | 26     | 16 50                     | 23 26                     | — .....                    |
| Cosamaloapan (Veracruz) .....    | 26     |                           |                           | — .....                    |
| Altotonga (Veracruz).....        | 26     |                           |                           | — .....                    |
| Atlangui (Puebla).....           | 26     |                           |                           | — .....                    |
| Jalacingo (Veracruz).....        | 26     |                           |                           | — .....                    |
| Maravatío (Michoacán).....       | 26     |                           |                           | — .....                    |
| Nopalóapan (Veracruz).....       | 26     |                           |                           | — .....                    |
| Valle Nacional (Oaxaca).....     | 26     |                           |                           | — .....                    |
| Ixtla (Morelos).....             | 26     |                           |                           | — .....                    |
| El Oro (México).....             | 26     |                           |                           | — .....                    |
| Alvarado (Veracruz).....         | 26     |                           |                           | — .....                    |
| Chalco (México).....             | 26     |                           |                           | — .....                    |
| Jojutla (Morelos) .....          | 26     |                           |                           | — .....                    |

| TIENTOS     |                   |                 | FENOMENOS ACOMPAÑANTES | OBSERVACIONES   |
|-------------|-------------------|-----------------|------------------------|---|
| Intensidad  | Duración          | Dirección       |                        |   |
| erte ...    | m. s.<br>0 50     | E. á W.         |                        |   |
| — ...       | Alguna ...        | SE á NW.        |                        |   |
| — ...       | 0 20              | E. á W.         |                        |   |
| — ...       | 0 45              | S. á N.....     | .....                  | { En el intervalo de 10 minutos después, repitieron 2 movimientos ligeros y cortos. |
| ediana.     | 0 55              | N. á S.         |                        |   |
| ave.....    | 0 04              |                 |                        |   |
| uerte ...   | 0 20              | N. á S.         |                        |   |
| — ...       | 0 50              | S. á N.....     | Ruido subterráneo.     |   |
| — ...       | 0 25              | S. á N.         |                        |   |
| — ...       | 0 42              | NE. á SW.       |                        |   |
| — ...       | 1 00              |                 |                        |   |
| — ...       | 3 00              |                 |                        |   |
| — ...       | 2 00              | S. á N.         |                        |   |
| tensa...    | 0 30              | NE. á SW.       |                        |   |
| — ...       | 0 30              | NE. á SW.       |                        |   |
| .....       | 0 10              |                 |                        |   |
| .....       | .....             | N. á S.         |                        |   |
| uerte ...   | 0 50              |                 |                        |   |
| oca.....    | Corta.....        |                 |                        |   |
| uerte ... { | Cerca dos minutos | { NE. á SW..... | .....                  | { Algunos edificios se cuartearon.  |
| — " {       | Cerca un minuto.  |                 |                        |   |



| LUGAR                          | Fecha. | HORAS  |           | MO                         |
|--------------------------------|--------|--------|-----------|----------------------------|
|                                |        | México | Greenwich |                            |
|                                |        | h. m.  | h. m.     | Clase                      |
| Juchitán (Oaxaca).....         | 26     |        |           |                            |
| Uruapan (Michoacán).....       | 26     |        |           |                            |
| Acapulco (Guerrero).....       | 26     | 21 15  | + 3 51    | Oscilatorio y trepidatorio |
| Jamiltepec (Oaxaca).....       | 26     | 21 12  | + 3 48    | Oscilatorio                |
| Juquila (Oaxaca).....          | 26     | 21 10  | + 3 46    | Ondulatorio                |
| Pochutla (Oaxaca).....         | 26     | 21 14  | + 3 50    | Oscilatorio                |
| San Marcos (Guerrero).....     | 26     | 21 10  | + 3 46    | —                          |
| San Marcos (Puebla).....       | 26     | 21 11  | + 3 47    | —                          |
| Tierra Colorada (Guerrero).... | 26     | 21 15  | + 3 51    | —                          |
| San Cristóbal (Guerrero).....  | 26     | 21 12  | + 3 48    |                            |
| Otumba (México).....           | 26     | 21 16  | + 3 52    |                            |
| Texmelucan (Puebla).....       | 26     | 21 13  | + 3 49    |                            |
| Pátzcuaro (Michoacán).....     | 26     | 21 18  | + 3 54    |                            |
| Libres (Guerrero).....         | 26     | 21 20  | + 3 56    |                            |
| Teziutlán (Puebla).....        | 26     | 21 17  | + 3 53    |                            |
| Jalapa (Veracruz).....         | 26     | 21 22  | + 3 58    |                            |
| Esperanza (Veracruz).....      | 26     | 21 10  | + 3 46    |                            |
| Tlacolula (Oaxaca).....        | 26     | 21 12  | + 3 48    |                            |
| Moroleón (Guanajuato).....     | 26     | 21 15  | + 3 51    |                            |
| Coscomatepec (Veracruz).....   | 26     | 21 17  | + 3 53    |                            |
| Villa Alta (Oaxaca).....       | 26     | 21 15  | + 3 51    |                            |
| Tecamachalco (Puebla).....     | 26     | 21 12  | + 3 48    |                            |
| Pachuca (Hidalgo).....         | 26     | 21 18  | + 3 54    |                            |
| Tlalnepantla (México).....     | 26     | 21 14  | + 3 50    |                            |
| Tulancingo (Hidalgo).....      | 26     | 21 15  | + 3 51    |                            |
| Chilapa (Guerrero).....        | 26     | 21 12  | + 3 48    |                            |
| México (D. F.).....            | 26     | 21 12  | + 3 48    | Trepidatorio y oscilatorio |
| Morelia (Michoacán).....       | 26     | 21 15  | + 3 51    |                            |
| Puebla (Puebla).....           | 26     | 21 15  | + 3 51    | Oscilatorio                |
| Chieltla (Puebla).....         | 26     | 21 15  | + 3 51    |                            |
| Acatlán (Puebla).....          | 26     | 21 12  | + 3 48    |                            |
| Tuxtepec (Oaxaca).....         | 26     | 21 12  | + 3 48    |                            |
| Chalchicomula (Puebla).....    | 26     | 21 10  | + 3 46    |                            |
| Colotepec (Oaxaca).....        | 26     | 21 16  | + 3 52    |                            |
| Veracruz (Veracruz).....       | 26     | 21 12  | + 3 48    |                            |
| Tehuacán (Puebla).....         | 26     | 21 13  | + 3 49    |                            |
| Iguala (Guerrero).....         | 26     | 21 10  | + 3 46    |                            |
| Teotitlán del Camino (Oax.)... | 26     | 21 12  | + 3 48    | Oscilatorio                |
| San Nicolás (Oaxaca).....      | 26     | 21 15  | + 3 51    | —                          |
| Bravos (Guerrero).....         | 26     | 21 07  | + 3 43    | —                          |
| Tlaxiaco (Oaxaca).....         | 26     | 21 15  | + 3 51    |                            |
| Cuernavaca (Morelos).....      | 26     | 21 10  | + 3 46    |                            |
| Orizaba (Veracruz).....        | 26     | 21 08  | + 3 44    |                            |
| Tapachula (Chiapas).....       | 26     | 21 10  | + 3 46    | Oscilatorio                |
| Huajuapán (Oaxaca).....        | 26     | 21 12  | + 3 48    |                            |
| Toluca (México).....           | 26     | 21 12  | + 3 48    |                            |
| Atlixco (Puebla).....          | 26     | 21 14  | + 3 50    |                            |

| SIENTOS    |          |              | FENOMENOS ACOMPAÑANTES | OBSERVACIONES  |
|------------|----------|--------------|------------------------|--|
| Intensidad | Duración | Dirección    |                        |  |
|            | m s.     |              |                        |  |
| uerte ...  | 0 40     | .....        | {                      | Precedido de ruidos<br>subterráneos.<br>Ruidos subterráneos. |
| egular ..  | 0 25     | .....        |                        |  |
| ediana ..  | 0 20     | N. á S.      |                        |  |
| uerte ...  | 0 20     | N. á S.      |                        |  |
| — ...      | 0 37     | S. á N. .... | — —                    |  |
| .....      | 0 30     |              |                        |  |
| uerte ...  | 0 40     |              |                        |  |
| — ...      | 0 50     |              |                        |  |
| .....      | 0 09     | S. á N.      |                        |  |
| .....      | 0 05     |              |                        |  |
| .....      | 0 16     |              |                        |  |
| .....      | 2 00     | .....        | .....                  | Cuatro sacudidas.  |
| .....      | 1 00     | E. á W.      |                        |  |
| .....      | 0 12     |              |                        |  |
| uerte ...  | 1 18     | NE. á SW.    |                        |  |
| .....      | 0 20     |              |                        |  |
| .....      | 0 05     | NNE. á SSW.  |                        |  |
| uerte ...  | .....    | E. á W.      |                        |  |
| .....      | .....    | S. á N.      |                        |  |
| .....      | 2 00     |              |                        |  |
| .....      | 0 10     |              |                        |  |
| uerte ...  | 1 30     | .....        | .....                  | {  |
| .....      | 1 20     |              |                        |  |
| .....      | 1 05     |              |                        |  |
| .....      | 0 50     |              |                        |  |
| .....      | 0 20     |              |                        |  |
| .....      | 0 40     |              |                        |  |
| .....      | 0 20     |              |                        |  |
| .....      | 0 20     | S. á N.      |                        |  |
| .....      | 0 50     |              |                        |  |
| .....      | 0 25     |              |                        |  |
| .....      | 0 30     |              |                        |  |
| .....      | 0 23     |              |                        |  |
| .....      | 0 20     |              |                        |  |
| uerte ...  | 0 20     |              |                        |  |
| .....      | 0 20     |              |                        |  |
| .....      | 0 50     |              |                        |  |
| .....      | 0 10     |              |                        |  |
| uerte ...  | .....    | E. á W. .... | .....                  | {  |
| —          |          |              |                        |  |
|            |          |              |                        | Mayor que el de las<br>16 h. 20 <sup>m</sup> .               |

| LUGAR                          | Fecha. | HORAS  |           | MOV.                             |
|--------------------------------|--------|--------|-----------|----------------------------------|
|                                |        | México | Greenwich |                                  |
|                                |        | h. m.  | h. m.     |                                  |
| Calpulalpan (Tlaxcala) .....   | 26     | 21 12  | + 3 48    |                                  |
| León (Guanajuato) .....        | 26     | 21 34  | + 4 10    |                                  |
| Cuicatlán (Oaxaca) .....       | 26     | 21 15  | + 3 51    |                                  |
| La Unión (Guerrero) .....      | 26     | 21 30  | + 4 06    |                                  |
| San Luis de la Loma (Gro.) ..  | 26     | 21 15  | + 3 51    |                                  |
| Aguas Blancas (Guerrero) ..... | 26     | 21 15  | + 3 51    |                                  |
| Ciudad Guzmán (Jalisco) .....  | 26     | 21 15  | + 3 51    |                                  |
| Colima (Colima) .....          | 26     | 21 14  | + 3 50    |                                  |
| Coatepec (Veracruz) .....      | 26     | 21 10  | + 3 46    |                                  |
| Irapuato (Guanajuato) .....    | 26     | 21 15  | + 3 51    |                                  |
| Oaxaca (Oaxaca) .....          | 26     | 21 20  | + 3 56    |                                  |
| Izúcar (Puebla) .....          | 26     | 21 12  | + 3 48    |                                  |
| Valle de Santiago (Gto.) ..... | 26     | 21 10  | + 3 46    |                                  |
| Tlaxcala (Tlaxcala) .....      | 26     | 21 12  | + 3 48    |                                  |
| Chignahuapan (Puebla) .....    | 26     | 21 25  | + 4 01    |                                  |
| Acámbaro (Michoacán) .....     | 26     |        |           |                                  |
| Jáltipan (Veracruz) .....      | 26     |        |           |                                  |
| Huatusco (Veracruz) .....      | 26     |        |           |                                  |
| Yautepec (Morelos) .....       | 26     |        |           |                                  |
| Rincón Antonio (Oaxaca) .....  | 26     |        |           |                                  |
| Texcoco (México) .....         | 26     |        |           |                                  |
| Tacámbaro (Michoacán) .....    | 26     |        |           |                                  |
| Tlacotalpan (Veracruz) .....   | 26     |        |           |                                  |
| Cuicatlán (Oaxaca) .....       | 27     | 2 00   | 8 36      |                                  |
| Ayutla (Guerrero) .....        | 27     |        |           | Oscilatorio .....                |
| Jamiltepec (Oaxaca) .....      | 27     | 11 38  | 18 14     | — .....                          |
| Juquila (Oaxaca) .....         | 27     | 11 18  | 17 54     | Ondulatorio .....                |
| — — .....                      | 27     | 23 10  | + 5 46    | Oscilatorio .....                |
| — — .....                      | 28     | 3 35   | 10 11     | — .....                          |
| Ayutla (Guerrero) .....        | 28     |        |           | — .....                          |
| Jamiltepec (Oaxaca) .....      | 31     | 6 05   | 12 41     | — .....                          |
| — — .....                      | 31     | 8 28   | 15 04     | — .....                          |
| Ometepec (Guerrero) .....      | 31     | 8 40   | 15 16     | — .....                          |
| ABRIL                          |        |        |           |                                  |
| Ayutla (Guerrero) .....        | 1º     | 10 08  | 16 44     | Oscilatorio .....                |
| Ometepec (Guerrero) .....      | 4      | 7 45   | 14 21     | Trepidatorio .....               |
| — — .....                      | 5      | 8 42   | 15 18     | — .....                          |
| — — .....                      | 9      | 10 07  | 16 43     | Oscilatorio y trepidatorio ..... |
| Manzanillo (Colima) .....      | 19     | 1 25   | 8 01      | Trepidatorio .....               |
| — — .....                      | 23     | 17 12  | 23 48     | — .....                          |
| MAYO                           |        |        |           |                                  |
| Juquila (Oaxaca) .....         | 9      | 15 38  | 22 14     | Trepidatorio .....               |
| Acapulco (Guerrero) .....      | 12     | 14 45  | 21 21     | — .....                          |
| Manzanillo (Colima) .....      | 17     | 23 00  | + 5 36    | — .....                          |
| Acapulco (Guerrero) .....      | 19     | 16 37  | 23 13     | Oscilatorio .....                |

| SIENTOS      |               |                | FENOMENOS ACOMPAÑANTES | OBSERVACIONES                        |
|--------------|---------------|----------------|------------------------|--------------------------------------|
| Intensidad   | Duración      | Dirección      |                        |                                      |
| Fuerte ...   | m. s.<br>0 32 |                |                        |                                      |
| — ...        | 1 15          | SW. á NE.      |                        |                                      |
| — ...        | 0 50          |                |                        |                                      |
| — ...        |               |                | Ruidos subterráneos.   |                                      |
| — ...        | 0 05          |                |                        |                                      |
| — ...        |               |                |                        | { Acompañado de va-<br>rios seísmos. |
| — ...        | 1 50          | SE. á NW.      |                        |                                      |
| — ...        | 1 10          |                | Ruidos subterráneos.   |                                      |
| — ...        | 1 00          |                |                        |                                      |
| — ...        |               | S. á N.        |                        |                                      |
| — ...        | 0 25          |                | Ruidos sordos.         |                                      |
| — ...        |               |                |                        |                                      |
| — ...        |               |                |                        |                                      |
| Poca .....   |               | SE. á NW. .... |                        | Varios movimientos.                  |
| Mediana..    | 0 08          | N á S.         |                        |                                      |
| — suave..... | 0 10          |                |                        |                                      |
| Regular..    | 0 10          | N. á S.        |                        |                                      |
| — ...        |               |                |                        |                                      |
| Poca .....   |               | SE. á NW. .... |                        | — —                                  |
| Mediana..    | 0 06          |                |                        |                                      |
| — ..         | 0 04          |                |                        |                                      |
| Fuerte ...   | 0 08          | S. á N.....    | Ruidos subterráneos.   |                                      |
| — ...        |               |                |                        |                                      |
| — ...        |               |                |                        |                                      |
| Poca .....   |               | SE. á NE.....  | Ruidos subterráneos.   |                                      |
| — ...        | 0 10          | S. á N.....    | — —                    |                                      |
| — ...        | 0 10          | S. á N.....    | — —                    |                                      |
| — ...        | 0 12          | E. á W.....    | — —                    |                                      |
| Ligera.      |               |                |                        |                                      |
| — ...        |               |                |                        |                                      |
| — ...        |               |                |                        |                                      |
| Mediana..    | 0 05          |                | — —                    |                                      |
| — ...        | 0 06          | E. á W.....    | — —                    |                                      |
| Ligera....   |               |                |                        |                                      |
| Fuerte ...   | 0 05          | E á W.         |                        |                                      |

| LUGAR                           | Fecha | HORAS  |           | MOV                           |
|---------------------------------|-------|--------|-----------|-------------------------------|
|                                 |       | México | Greenwich |                               |
|                                 |       | h. m.  | h. m.     | Clase                         |
| San Marcos (Guerrero) .....     | 19    | 16 54  | 23 30     | Oscilatorio .....             |
| Juquila (Oaxaca) .....          | 22    | 2 21   | 8 57      | Ondulatorio .....             |
| — .....                         | 22    | 7 20   | 13 56     | — .....                       |
| JUNIO                           |       |        |           |                               |
| Manzanillo (Colima) .....       | 10    | 10 13  | 17 09     | .....                         |
| Acapulco (Guerrero) .....       | 11    | 15 15  | 21 51     | Oscilatorio .....             |
| Hechelchakán (Campeche) .....   | 30    | 11 55  | 18 11     | — .....                       |
| Izamal (Yucatán) .....          | 30    | 11 58  | 18 34     | Trepidatorio .....            |
| Laguna (Campeche) .....         | 30    | 11 00  | 17 36     | Oscilatorio .....             |
| Mérida (Yucatán) .....          | 30    | 11 45  | 18 21     | Trepidatorio .....            |
| Peto (Yucatán) .....            | 30    | 11 44  | 18 20     | — .....                       |
| Progreso (Yucatán) .....        | 30    | 11 40  | 18 16     | — .....                       |
| San Juan Bautista (Tabasco) ..  | 30    | 11 50  | 18 26     | .....                         |
| Sta. Cruz de Bravo (Yucatán) .. | 30    | .....  | .....     | Trepidatorio .....            |
| Tekax (Yucatán) .....           | 30    | 11 40  | 18 16     | — .....                       |
| JULIO                           |       |        |           |                               |
| Manzanillo (Colima) .....       | 17    | 5 55   | 12 31     | .....                         |
| AGOSTO                          |       |        |           |                               |
| Jamiltepec (Oaxaca) .....       | 26    | 9 05   | 15 41     | Oscilatorio .....             |
| — .....                         | 26    | 22 15  | + 4 51    | — .....                       |
| SEPTIEMBRE                      |       |        |           |                               |
| Jamiltepec (Oaxaca) .....       | 4     | 9 48   | 16 24     | Oscilatorio .....             |
| Acapulco (Guerrero) .....       | 28    | 10 08  | 16 44     | Oscilatorio y trepidatorio .. |
| OCTUBRE                         |       |        |           |                               |
| Jamiltepec (Oaxaca) .....       | 10    | 9 35   | 16 11     | Oscilatorio .....             |
| El Faro (Oaxaca) .....          | 6     | 21 15  | + 3 51    | — .....                       |
| Jamiltepec (Oaxaca) .....       | 6     | 21 09  | + 3 45    | — .....                       |
| Juquila (Oaxaca) .....          | 6     | 21 09  | + 3 45    | — .....                       |
| — .....                         | 6     | 21 10  | + 3 46    | — .....                       |
| México (Distrito Federal) ..... | 6     | 21 14  | + 3 50    | — .....                       |
| Oaxaca (Oaxaca) .....           | 6     | 21 20  | + 3 56    | — .....                       |
| Ometepec (Guerrero) .....       | 6     | 21 10  | + 3 46    | — .....                       |
| Pinotepa (Oaxaca) .....         | 6     | 21 10  | + 3 46    | — .....                       |
| Pochutla (Oaxaca) .....         | 6     | 22 00  | + 4 36    | — .....                       |
| San Cristóbal (Guerrero) .....  | 6     | 21 13  | + 3 49    | — .....                       |
| San Luis Allende (Guerrero) ..  | 6     | 21 10  | + 3 46    | — .....                       |
| Silacayoapan (Oaxaca) .....     | 6     | 21 10  | + 3 46    | — .....                       |
| Tuxtepec (Oaxaca) .....         | 6     | 21 00  | + 3 36    | — .....                       |

| SENTIDOS    |          |            | fenómenos acompañantes | observaciones                     |
|-------------|----------|------------|------------------------|-----------------------------------|
| Intensidad  | Duración | Dirección  |                        |                                   |
|             | m. s.    |            |                        |                                   |
| Fuerte ...  | 0 12     | S. á N.    |                        |                                   |
| Mediana.    | 0 10     |            |                        |                                   |
| .....       | 0 07     | N. á S.    |                        |                                   |
| Ligera..... |          |            | Ruidos subterráneos.   |                                   |
| Fuerte ...  | 0 04     | E. á W.    |                        |                                   |
| .....       | 0 08     | E. á W.    |                        |                                   |
| .....       |          | S. á N.    |                        |                                   |
| .....       | 0 10     |            |                        |                                   |
| .....       | 0 25     |            |                        |                                   |
| .....       | 0 07     |            |                        |                                   |
| .....       | 0 12     |            |                        |                                   |
| Fuerte ...  | 0 10     |            |                        |                                   |
| .....       | 0 15     |            |                        |                                   |
| Fuerte ...  |          |            | — —                    |                                   |
| .....       | 0 02     |            | {                      | Precedido de ruidos subterráneos. |
| .....       | 0 02     |            |                        | Precedido de ruidos subterráneos. |
| .....       | 0 05     | S. á N.    |                        |                                   |
| Ligera ...  | 0 04     | E á W..... | Ruidos subterráneos.   |                                   |
| .....       | 0 10     |            | — —                    |                                   |
| .....       | 0 05     |            | — —                    |                                   |
| Fuerte ...  | 0 15     |            | — —                    |                                   |
| Ligera ...  | 0 10     |            | — —                    |                                   |
| Fuerte ...  | 0 10     |            | — —                    |                                   |
| .....       |          | ESE á WNW. |                        |                                   |
| Ligera ...  | 0 40     |            |                        |                                   |
| Fuerte ...  | 0 30     |            |                        |                                   |
| .....       | 0 15     |            |                        |                                   |
| Fuerte ...  | 0 05     | S. á N.    |                        |                                   |
| .....       | 0 07     |            |                        |                                   |
| Fuerte ...  | 0 07     |            |                        |                                   |
| .....       | 0 08     | SW. á NE.  |                        |                                   |
| .....       | 0 20     | N. á S.    |                        |                                   |



| LUGAR                         | Fecha. | HORAS  |           | MOV                              |
|-------------------------------|--------|--------|-----------|----------------------------------|
|                               |        | México | Greenwich |                                  |
|                               |        | h. m.  | h. m.     | Clase                            |
| Tuxtepec (Oaxaca) .....       | 6      | 21 15  | + 3 51    | Oscilatorio .....                |
| Juquila (Oaxaca) .....        | 11     | 4 05   | 10 41     | — .....                          |
| Pinotepa (Oaxaca) .....       | 11     | 3 50   | 10 26     | .....                            |
| — — .....                     | 11     | 3 50   | 10 26     | .....                            |
| Ayutla (Guerrero) .....       | 12     | 22 15  | + 4 51    | Oscilatorio .....                |
| — — .....                     | 13     | 0 45   | 7 21      | — .....                          |
| Bravos (Guerrero) .....       | 12     | 22 35  | + 5 11    | — .....                          |
| Iguala (Guerrero) .....       | 12     | 22 30  | + 5 06    | — .....                          |
| Ometepec (Guerrero) .....     | 12     | 22 40  | + 5 16    | — .....                          |
| Puebla (Puebla) .....         | 12     | 22 32  | + 5 08    | — .....                          |
| San Marcos (Guerrero) .....   | 12     | 22 30  | + 5 06    | — .....                          |
| — — .....                     | 12     | 22 40  | + 5 16    | — .....                          |
| Ayutla (Guerrero) .....       | 16     | 10 20  | 16 56     | — .....                          |
| Manzanillo (Colima) .....     | 17     | 11 07  | 17 43     | .....                            |
| NOVIEMBRE                     |        |        |           |                                  |
| Pochutla (Oaxaca) .....       | 6      | 16 20  | 22 56     | Oscilatorio .....                |
| Bolonchen (Campeche) .....    | 15     | 21 58  | + 4 34    | Trepidatorio .....               |
| — — .....                     | 15     | 22 12  | + 4 48    | — .....                          |
| Hecelchakán (Campeche) .....  | 15     | 21 58  | + 4 34    | — .....                          |
| — — .....                     | 15     | 22 12  | + 4 48    | — .....                          |
| Iturbide (Campeche) .....     | 15     | 21 58  | + 4 34    | Oscilatorio .....                |
| — — .....                     | 15     | 22 10  | + 4 46    | Trepidatorio .....               |
| Izamal (Yucatán) .....        | 15     | 22 55  | + 5 31    | — .....                          |
| Mérida (Yucatán) .....        | 15     | 23 52  | + 6 28    | — .....                          |
| Payo Obispo (Yucatán) .....   | 15     | 21 37  | + 4 12    | — .....                          |
| — — .....                     | 15     | 22 26  | + 5 02    | — .....                          |
| Peto (Yucatán) .....          | 15     | 22 15  | + 4 51    | Oscilatorio .....                |
| — — .....                     | 15     | 23 10  | + 5 46    | Trepidatorio y oscilatorio ..... |
| Santa Cruz (Yucatán) .....    | 15     | 21 25  | + 4 01    | Trepidatorio .....               |
| — — .....                     | 15     | .....  | .....     | .....                            |
| Tekax (Yucatán) .....         | 15     | 22 32  | + 5 08    | Trepidatorio .....               |
| Ticul (Yucatán) .....         | 15     | 22 40  | + 5 16    | .....                            |
| — — .....                     | 15     | 23 29  | + 6 05    | .....                            |
| Vigía Chico (Yucatán) .....   | 15     | 22 28  | + 5 04    | .....                            |
| — — .....                     | 15     | 23 52  | + 6 28    | .....                            |
| Aguililla (Michoacán) .....   | 19     | 15 12  | 21 48     | Oscilatorio .....                |
| Bravos (Guerrero) .....       | 19     | 15 10  | 21 46     | — .....                          |
| Chilpancingo (Guerrero) ..... | 19     | 15 10  | 21 46     | — .....                          |
| Ciudad Guzmán (Jalisco) ..... | 19     | 15 08  | 21 44     | — .....                          |
| Coahuayana (Michoacán) .....  | 19     | 15 08  | 21 44     | — .....                          |
| Colima (Colima) .....         | 19     | 15 05  | 21 41     | — .....                          |

| SENTIDOS    |          |             | FENOMENOS ACOMPAÑANTES            | OBSERVACIONES   |
|-------------|----------|-------------|-----------------------------------|---|
| Intensidad  | Duración | Dirección   |                                   |   |
| fuerte ...  | 0 10     | S. á N.     |                                   | { Entre este movimien-<br>to y el anterior hu-<br>bo ligerísimo inter-<br>valo. |
| .....       | 0 05     |             |                                   |   |
| .....       | 0 03     |             |                                   |   |
| .....       | 0 04     | S. á N..... | .....                             | { Entre este fenómeno<br>y el anterior se re-<br>gistró uno trepida-<br>torio.  |
| .....       | 0 10     | .....       | .....                             |   |
| .....       | 0 10     | .....       | .....                             |   |
| fuigera ... | 0 40     | E. á W.     | Ruidos subterráneos.              |   |
| fuerte ...  | 0 30     | S á N.      |                                   |   |
| fuigera ... | 0 10     | S. á N.     |                                   |   |
| —           | 0 30     | .....       |                                   |   |
| fuerte ...  | 0 15     | .....       |                                   |   |
| —           | 0 10     | .....       |                                   |   |
| .....       | Corta.   | .....       |                                   |   |
| .....       | 0 05     | .....       |                                   |   |
| .....       | 0 04     | .....       |                                   |   |
| .....       | 0 08     | .....       |                                   |   |
| .....       | 0 04     | .....       | { Ruidos subterráneos<br>del Sur. |   |
| .....       | 0 08     | .....       |                                   |   |
| fuerte ...  | 0 04     | .....       |                                   |   |
| .....       | 0 08     | .....       |                                   |   |
| fuigera ... | 0 06     | .....       |                                   |   |
| .....       | 0 02     | .....       |                                   |   |
| .....       | 0 04     | .....       |                                   |   |
| fuigera ... | 0 07     | .....       |                                   |   |
| fuerte ...  | 12 á 15  | .....       |                                   |   |
| —           | 0 30     | .....       |                                   |   |
| —           | 0 50     | .....       |                                   |   |
| .....       | 0 30     | S. á N.     |                                   |   |
| .....       | 0 30     | .....       |                                   |   |
| .....       | 0 07     | .....       |                                   |   |
| fuigera.    | .....    | .....       | NE. á SW.                         |   |
| fuerte      | 0 15     | .....       |                                   |   |
| .....       | 0 25     | .....       |                                   |   |
| fuigera ... | 0 10     | .....       |                                   |   |
| intensa...  | 0 30     | .....       |                                   |   |
| fuigera ... | Corta.   | .....       | E. á W.                           |   |
| —           | 0 04     | .....       |                                   |   |

| LUGAR                          | Fecha. | HORAS  |           | MOV               |
|--------------------------------|--------|--------|-----------|-------------------|
|                                |        | México | Greenwich |                   |
|                                |        | h. m.  | h. m.     | Clase             |
| La Unión (Guerrero).....       | 19     | 15 05  | 21 41     | Oscilatorio.....  |
| Petatlán (Guerrero).....       | 19     | 15 07  | 21 43     | —.....            |
| San Jerónimo (Michoacán) ...   | 19     | 15 05  | 21 41     | —.....            |
| San Luis de la Loma (Guerrero) | 19     | 15 05  | 21 41     | —.....            |
| Silacayoapan (Oaxaca).....     | 19     | 15 10  | 21 46     | —.....            |
| Tecomán (Guerrero).....        | 19     | 15 08  | 21 44     | —.....            |
| Uruapan (Michoacán).....       | 19     | 15 12  | 21 48     | Trepidatorio..... |
| Sihuatanejo (Guerrero).....    | 19     | 15 05  | 21 41     | Oscilatorio.....  |
| DICIEMBRE                      |        |        |           |                   |
| Colima (Colima).....           | 23     | .....  | .....     | .....             |
| Acapulco (Guerrero).....       | 23     | 11 25  | 18 01     | Trepidatorio..... |
| — —.....                       | 26     | 21 30  | + 4 06    | —.....            |
| Ayutla (Guerrero).....         | 29     | 22 20  | + 4 56    | Oscilatorio.....  |

México, Marzo de 1909.

| SENTIDOS   |                 |           | FENOMENOS ACOMPAÑANTES               | OBSERVACIONES        |  |
|------------|-----------------|-----------|--------------------------------------|----------------------|--|
| Intensidad | Duración        | Dirección |                                      |                      |  |
| ligera ... | m. s.<br>Corta. | NE. á SW. |                                      |                      |  |
| .....      | 0 10            |           |                                      |                      |  |
| .....      | 0 05            |           |                                      |                      |  |
| .....      | 0 05            |           |                                      |                      |  |
| ligera ... | 0 05            |           |                                      |                      |  |
| — ...      | Corta.          |           |                                      |                      |  |
| — ...      | 0 07            |           |                                      |                      |  |
| .....      | Corta.          |           |                                      |                      |  |
| .....      | .....           | .....     | .....                                | Algunos microseísmos |  |
| regular .. | 0 05            | N. á S.   | Precedido de ruidos<br>subterráneos. |                      |  |
| .....      | 0 07            |           |                                      |                      |  |
| fuerte ... | 0 10            |           |                                      |                      |  |

El Director del Instituto Geológico  
y del Servicio Seismológico Nacional,

JOSÉ G. AGUILERA.



# INDICE

|  | Págs.   |
|--|---------|
| Núm. 1.—Explicación del Plano Geológico de la región de San Pedro del Gallo, Estado de Durango, por el Dr. Phil., Ernesto Angermann. (Lám. I.).              | 5-14    |
| Sobre la Geología de la Bufo, Mapimí, Estado de Durango, por Ernesto Angermann, Dr. Phil. (Lám. II.).....  | 17-25   |
| Notas Geológicas sobre el Cretáceo en el Estado de Colima, por el Dr. E. Angermann. (Lámina III.).....   | 29-35   |
| Núm. 2.—Sobre algunos fósiles pleistocénicos recogidos por el Dr. E. Angermann, en la Baja California, por el Dr. E. Böse.....                               | 41-45   |
| Sobre la aplicación de la potasa cáustica á la preparación de fósiles, por Emilio Böse y Víctor von Vigier.....  | 49-59   |
| Sobre las rocas fosforíticas de las Sierras de Mazapil y Concepción del Oro, Zacatecas, por el Dr. Carlos Burckhardt. (Lám. IV.).....                        | 63-67   |
| Núm. 3.—El Volcán de Jorullo, por el Ingeniero de Minas Andrés Villafaña. (Láms. V-XII.).....  | 73-130  |
| Núms. 4, 5 y 6.—El temblor del 14 de Abril de 1907, por el Dr. Emilio Böse é Ingenieros A. Villafaña y J. García y García. (Láms. XIII-LV y un cuadro.)..... | 135-258 |
| Núm. 7.—El Valle de Cerritos, Estado de San Luis Potosí, por el Ingeniero Ezequiel Ordóñez.....  | 263-273 |
| Fuente termal en Cuitzeo de Abasolo, Estado de Guanajuato, por el Ingeniero Andrés Villafaña. (Láminas LVI y LVII.).....                                     | 277-287 |
| Núm. 8.—Estudio Hidrológico de la región de Rioverde y Arroyo Seco, en los Estados de San Luis Potosí  |         |



|  | Págs.   |
|--|---------|
| sí y Querétaro, por el Ingeniero Trinidad Pa-<br>redes. (Lám. LVIII.).....   | 289-337 |
| Núm. 9.—Hidrología subterránea de los alrededores de Pátz-<br>cuaro, Michoacán, por el Ingeniero de Minas<br>Juan D. Villarelo.....                                      | 339-362 |
| El hundimiento del cerro de Sartenejas, en los<br>alrededores de Tetecala, Estado de Morelos,<br>por el Ingeniero de Minas Teodoro Flores. (Lá-<br>minas LIX-LXII.)..... | 363-384 |
| Núm. 10.—Catálogo de los temblores (macroseismos) senti-<br>dos en la República Mexicana, durante los<br>años de 1904 á 1908.....  | 387-467 |



## INDICE POR LOCALIDADES

|   | Págs.   |
|---|---------|
| Arroyo Seco y Rioverde (Estudio Hidrológico de la región de), en los Estados de Querétaro y San Luis Potosí. (Lámina LVIII.)..... | 289-337 |
| Baja California (Sobre algunos fósiles pleistocénicos recogidos por el Dr. E. Angermann, en la).....                              | 41 45   |
| Bufo (Sobre la geología de la), Mapimí, Durango. (Lámina II.).....  | 17-25   |
| Cerritos (El Valle de), Estado de San Luis Potosí.....  | 263-273 |
| Colima (Notas Geológicas sobre el Cretáceo en el Estado de). (Lám. III.).....   | 29-35   |
| Concepción del Oro y Mazapil (Sobre las rocas fosforíticas de las Sierras de), Zacatecas. (Lám. IV.).....                         | 63-67   |
| Cuitzeo de Abasco (Fuente termal en), Estado de Guanajuato. (Láminas LVI y LVII.).....  | 277-287 |
| Jorullo (El Volcán de). (Láms. V-XII.).....   | 73-130  |
| Mapimí, Durango (Sobre la geología de la Bufo de). (Lámina II.).....  | 17-25   |
| Mazapil y Concepción del Oro (Sobre las rocas fosforíticas de las Sierras de), Zacatecas. (Lám. IV.).....                         | 63-67   |
| Pátzcuaro (Hidrología subterránea de los alrededores de), Michoacán.....  | 339-362 |
| Rioverde y Arroyo Seco (Estudio hidrológico de la región de), en los Estados de San Luis Potosí y Querétaro. (Lámina LVIII.)..... | 289-337 |
| San Pedro del Gallo (Explicación del plano geológico de la región de), Estado de Durango. (Lám. I.).....                          | 5-14    |
| Tetecala (El hundimiento del cerro de Sartenejas, en los alrededores de), Estado de Morelos. (Láms. LIX-LXII.).                   | 363 384 |



## INDICE POR AUTORES

|   | Págs.   |
|---|---------|
| ANGERMANN (ERNESTO).—Explicación del plano geológico de la región de San Pedro del Gallo, Estado de Durango. (Lám. I.).....                       | 5-14    |
| — Sobre la geología de la Bufo, Mapimí, Estado de Durango. (Lám. II.).....  | 17-25   |
| — Notas geológicas sobre el Cretáceo en el Estado de Colima. (Lám. III.).....   | 29-35   |
| BÖSE (EMILIO).—Sobre algunos fósiles pleistocénicos recogidos por el Dr. E. Angermann, en la Baja California.....                                 | 41-45   |
| — Y VIGIER VÍCTOR.—Sobre la aplicación de la potasa cáustica á la preparación de fósiles.....   | 49-59   |
| — GARCÍA Y GARCÍA J. Y VILLAFANÍA A.—El temblor del 14 de Abril de 1907. (Láms. XIII-LV y un cuadro.).  | 135-258 |
| BURCKHARDT (CARLOS).—Sobre las rocas fosforíticas de las Sierras de Mazapil y Concepción del Oro, Zacatecas. (Lám. IV.).....                      | 63-67   |
| FLORES (TEODORO).—El hundimiento del cerro de Sartenejas, en los alrededores de Tetecala, Estado de Morelos. (Láms. LIX-LXII.).....               | 363-384 |
| GARCÍA Y GARCÍA (J.), BÖSE (E.) Y VILLAFANÍA (A.).—El temblor del 14 de Abril de 1907. (Láms. XIII-LV y un cuadro).....                           | 135-258 |
| ORDÓÑEZ (EZEQUIEL).—El Valle de Cerritos, Estado de San Luis Potosí.....  | 263-273 |
| PAREDES (TRINIDAD).—Estudio hidrológico de la región de Rioverde y Arroyo Seco, en los Estados de San Luis Potosí y Querétaro. (Lám. LVIII.)..... | 289-337 |
| VIGIER (VÍCTOR VON) Y BÖSE (E.).—Sobre la aplicación de la potasa cáustica á la preparación de fósiles...   | 49-59   |

|   | Págs.   |
|---|---------|
| VILLAFANÍA (ANDRÉS), BÖSE (E.) Y GARCÍA Y GARCÍA (J.).—<br>El temblor del 14 de Abril de 1907. (Láminas<br>XIII-LV y un cuadro.)..... | 135-258 |
| — (ANDRÉS).—El volcán de Jorullo. (Láms. V-XII.)...   | 73-130  |
| — Fuente termal en Cuitzeo de Abasolo, Estado de<br>Guanajuato. (Láms. LVI y LVII.).....  | 277-287 |
| VILLARELLO (JUAN D.).—Hidrología subterránea de los al-<br>rededores de Pátzcuaro, Michoacán.....                                     | 339-362 |

---

## INDICE POR MATERIAS

|  | Págs.   |
|--|---------|
| CRETÁCEO (Notas geológicas sobre el), en el Estado de Co-<br>lima.....   | 29-35   |
| CUATERNARIO.—Sobre algunos fósiles pleistocénicos de la<br>Baja California, recogidos por el Dr. E. Anger-<br>mann.....            | 41-45   |
| FOSFORITAS.—Sobre las rocas fosforíticas de las Sierras de<br>Mazapil y Concepción del Oro, Zacatecas.....                         | 63-67   |
| GEOLOGÍA.—El hundimiento del cerro de Sartenejas, en los<br>alrededores de Tetecala, Estado de Morelos.....                        | 363-384 |
| HIDROLOGÍA.—El valle de Cerritos, Estado de San Luis Po-<br>tosí, México.....  | 263-273 |
| — Estudio hidrológico de la región de Rioverde y Arro-<br>yo Seco, en los Estados de San Luis Potosí y Que-<br>rétero, México..... | 289-337 |
| — Hidrología subterránea de los alrededores de Pátz-<br>cuaro, Estado de Michoacán.....  | 339-362 |
| PALEONTOLOGÍA.—Sobre la aplicación de la potasa cáustica<br>á la preparación de fósiles.....                                       | 49-59   |
| SEISMOLOGÍA.—El temblor del 14 de Abril de 1907.....   | 131-258 |
| — Catálogo de los temblores (macroseismos) sentidos<br>en la República Mexicana, durante los años de<br>1904 á 1908.....           | 387-467 |
| VULCANOLOGÍA.—El volcán de Jorullo.....  | 73-130  |
| — Fuente termal en Cuitzeo de Abasolo, Estado de Gua-<br>najuato, México.....  | 277-287 |



443









7 2 M61A V02

INSTITUTO GEOLOGICO PARERGONES

INSERT BOOK  
MASTER CARD  
FACE UP IN  
FRONT SLOT  
OF S.R. PUNCH

MASTER CARD

GLOBE 30144-0



UNIVERSITY OF ARIZONA  
LIBRARY

711



